



Trabajo Fin de Grado

Desarrollo de Software Educativo Mediante un
Entorno de Realidad Aumentada

Autor: Álvaro Montero Montes

Tutor: Telmo Zarraonandia Ayo

Leganés, 15 de Junio de 2012



Título: Desarrollo de Software Educativo Mediante un Entorno de Realidad Aumentada

Autor: Álvaro Montero Montes

Director: Telmo Zarraonandia Ayo

EL TRIBUNAL

Presidente:

Vocal

Secretario:

Realizado el acto de defensa y lectura del Proyecto Fin de Carrera el día __ de _____
de 2012 en Leganés, en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Carlos III de
Madrid, acuerda otorgarle la CALIFICACIÓN de

VOCAL

SECRETARIO

PRESIDENTE



Agradecimientos

Quiero dedicar especialmente el presente Trabajo Fin de Grado a mis padres, José y Agustina, por el esfuerzo que han realizado y que están realizando a lo largo de sus vidas para ofrecerme todas las posibilidades que he disfrutado y sigo disfrutando, así como la educación y los valores que me han enseñado.

También quiero agradecer especialmente este proyecto a mis hermanos, Gabriel y Marta, por ser como son y hacerme la vida más amena y agradable. Hago extensible esta dedicatoria al resto de mi familia más cercana, así como a mis amigos que han estado siempre ahí.

Por otro lado, quiero agradecer a mis compañeros de la universidad, Rosa M^a Marcos, María Molina y Manuel Muñoz, por haberme acompañado durante el grado y saber que siempre estaban ahí y podía contar con ellos.

Análogamente, también me gustaría agradecer a Raquel Sastre y a María Rodríguez por estos dos últimos años en los que me han animado y por ello me los han hecho pasar más rápidos.

Por último, y no con menos importancia, quiero dedicar este proyecto a mi tutor, Telmo, por el gran esfuerzo que ha realizado y los ánimos que me ha dado para la realización y finalización de este proyecto.



Tabla de contenido

1	Introducción	13
1.1	Contexto	13
1.2	Problema	14
1.3	Objetivos	15
1.3.1	Objetivo Principal	15
1.3.2	Objetivos Secundarios	15
1.4	Fases del desarrollo	16
1.5	Medios empleados	16
1.6	Estructura	16
2	Estado de la Cuestión	18
2.1	Realidad Aumentada	18
2.1.1	¿Qué es la realidad aumentada?	18
2.1.2	¿Cómo se implementa?	19
2.1.3	Tipos de Realidad Aumentada	20
2.1.4	Librerías	24
2.2	Audience Response	27
2.2.1	¿Qué es?	27
2.2.2	Origen	29
2.2.3	Ventajas	30
2.2.4	Desventajas	31
3	Análisis del sistema	32
3.1	Requisitos de Usuario	32
3.1.1	Requisitos de Capacidad	33
3.1.2	Requisitos de Restricción	36
3.2	Especificación de Casos de Uso	38
3.2.1	Diagrama de Casos de Uso	38
3.2.2	Descripción textual de los Casos de Uso	39
3.3	Especificación de Requisitos de Software	44
3.3.1	Requisitos Funcionales	45
3.3.2	Requisitos No Funcionales	48
3.4	Matrices de Trazabilidad	52
3.4.1	Matriz de trazabilidad entre requisitos de usuario y casos de uso	52

3.4.2	Matriz de trazabilidad entre requisitos de usuario y requisitos de software funcionales	53
3.4.3	Matriz de trazabilidad entre requisitos de usuario y requisitos de software no funcional	54
3.4.4	Matriz de trazabilidad entre requisitos de software y casos de uso	55
4	Diseño.....	56
4.1	Contexto del sistema.....	56
4.2	Arquitectura Software.....	57
4.2.1	Model	57
4.2.2	ViewModel	57
4.2.3	View	58
4.2.4	Comunicación.....	59
4.2.5	Pruebas.....	60
4.3	Arquitectura del Sistema.....	61
4.4	Especificación del diseño de componentes	63
4.4.1	Componente del Sistema	64
4.5	Matrices de trazabilidad.....	67
4.5.1	Matrices de trazabilidad entre requisitos de software funcionales y componentes.....	68
4.6	Estructura del Modelo de Datos	69
4.6.1	Base de Datos de los Estados	69
4.6.2	Respuestaalumno.....	69
4.6.3	Actividadprofesor	69
4.6.4	Alumnos.....	70
4.6.5	Lecture.....	70
4.6.6	Actividadeslecture.....	71
4.6.7	Valores.....	71
4.6.8	Base de Datos para el Reconocimiento Facial.....	72
4.7	Prototipo de la interfaz	73
4.7.1	Ventana Principal	73
4.7.2	Menú Archivo	74
4.7.3	Menú Ayuda	74
4.7.4	Ayuda Acerca de.....	75
4.7.5	Registro de Alumno.....	75

4.7.6	Gestión de Alumnos	76
5	Implementación y Desarrollo	78
5.1	Prototipos Previos	78
5.2	Estructura del Proyecto	80
6	Gestión del proyecto	83
6.1	Modelo del ciclo de vida del software	83
6.2	Planificación	84
6.2.1	Planificación Previa	84
6.2.2	Planificación Final	86
6.3	Presupuesto	90
6.3.1	Coste del personal	90
6.3.2	Bienes tangibles	92
6.3.3	Bienes no tangibles	93
6.3.4	Prima de Riesgo	93
6.3.5	Impuestos	94
6.3.6	Precio total	94
7	Conclusiones y Líneas de trabajos futuros	95
7.1	Conclusiones	95
7.2	Líneas Futuras	96
8	Referencias	97
	Introducción	1
	Requisitos del Sistema	1
	Configuración para las gafas de realidad aumentada	2
	Ejecutando la aplicación	5
	Registrar un nuevo alumno	6
	Gestionar el reconocimiento de los alumnos	6
	Listo para el funcionamiento	7
	Errores comunes	8
	Cuando intento ejecutar la aplicación me salta un mensaje de error	8
	El sistema no me permite instalar el paquete .Net Framework 4	9
	No se puede instalar debido a que no se encuentra en el sistema Windows Installer 3.1	10
	El sistema no me permite instalar el paquete .Net Framework 4.5	12
	No se puede instalar debido a que no se encuentra en el sistema Windows Installer 3.1	13

El sistema operativo actual no es compatible con .Net Framework 4.5.....	14
No es posible la configuración de las gafas como pantalla secundaria.	15
No puedo ver el estado de ningún alumno.....	16
Actualizaciones recomendadas de Windows.....	17
Services Pack disponibles hasta la fecha publicados por Microsoft.	17

Índice de Tablas

Tabla 1.- Ejemplo de Tabla de requisito.....	33
Tabla 2.- Requisito de Usuario. (Requisito de Capacidad 01)	33
Tabla 3.- Requisito de Usuario. (Requisito de Capacidad 02)	34
Tabla 4.- Requisito de Usuario. (Requisito de Capacidad 03)	34
Tabla 5.- Requisito de Usuario (Requisito de Capacidad 04)	34
Tabla 6.- Requisito de Usuario. (Requisito de Capacidad 05)	34
Tabla 7.- Requisito de Usuario. (Requisito de Capacidad 06)	35
Tabla 8.- Requisito de Usuario. (Requisito de Capacidad 07)	35
Tabla 9.- Requisito de Usuario (Requisito de Capacidad 08)	35
Tabla 10.- Requisito de Usuario (Requisito de Capacidad 09)	35
Tabla 11.- Requisito de Usuario. (Requisito de Restricción 01)	36
Tabla 12.- Requisito de Usuario. (Requisito de Restricción 02)	36
Tabla 13.- Requisito de Usuario. (Requisito de Restricción 03)	36
Tabla 14.- Requisito de Usuario. (Requisito de Restricción 04)	36
Tabla 15.- Requisito de Usuario. (Requisito de Restricción 05)	37
Tabla 16.- Ejemplo de Tabla textual de Caso de Uso	39
Tabla 17.- Tabla textual del Caso de Uso 01	40
Tabla 18.- Tabla textual del Caso de Uso 02	40
Tabla 19.- Tabla textual del Caso de Uso 03	41
Tabla 20.- Tabla textual del Caso de Uso 04	42
Tabla 21.- Tabla textual del Caso de Uso 05	43
Tabla 22.- Tabla textual del Caso de Uso 06	44
Tabla 23.- Ejemplo Tabla de Requisito de Software	45
Tabla 24.- Requisito de Software. (Requisito Funcional 01)	45
Tabla 25.- Requisito de Software. (Requisito Funcional 02)	46
Tabla 26.- Requisito de Software. (Requisito Funcional 03)	46
Tabla 27.- Requisito de Software. (Requisito Funcional 04)	46
Tabla 28.- Requisito de Software. (Requisito Funcional 05)	46
Tabla 29.- Requisito de Software. (Requisito Funcional 06)	47
Tabla 30.- Requisito de Software. (Requisito Funcional 07)	47
Tabla 31.- Requisito de Software. (Requisito Funcional 08)	47
Tabla 32.- Requisito de Software. (Requisito Funcional 09)	47
Tabla 33.- Requisito de Software. (Requisito Funcional 10)	48
Tabla 34.- Requisito de Software. (Requisito No Funcional 01).....	48
Tabla 35.- Requisito de Software. (Requisito No Funcional 03).....	48
Tabla 36.- Requisito de Software. (Requisito No Funcional 04).....	49
Tabla 37.- Requisito de Software. (Requisito No Funcional 05).....	49
Tabla 38.- Requisito de Software. (Requisito No Funcional 06).....	49
Tabla 39.- Requisito de Software. (Requisito No Funcional 07).....	49
Tabla 40.- Requisito de Software. (Requisito No Funcional 08).....	50
Tabla 41.- Requisito de Software. (Requisito No Funcional 02).....	50
Tabla 42.- Requisito de Software. (Requisito No Funcional 09).....	50

Tabla 43.- Requisito de Software. (Requisito No Funcional 10).....	50
Tabla 44.- Requisito de Software. (Requisito No Funcional 11).....	51
Tabla 45.- Requisito de Software. (Requisito No Funcional 12).....	51
Tabla 46.- Requisito de Software. (Requisito No Funcional 13).....	51
Tabla 47.- Requisito de Software. (Requisito No Funcional 14).....	51
Tabla 48.- Matriz de Trazabilidad Requisitos de Usuario frente a Casos de Uso.....	52
Tabla 49.- Matriz de Trazabilidad Requisitos de Usuario frente a Requisitos de Software Funcional.....	53
Tabla 50.- Matriz de Trazabilidad Requisitos Usuario frente a Requisitos de Software No Funcional.....	54
Tabla 51.- Matriz de Trazabilidad Requisitos de Software frente a Casos de Uso.....	55
Tabla 52.- Tabla de ejemplo de un Componente del Sistema	63
Tabla 53.- Componente del Sistema 01	64
Tabla 54.- Componente del Sistema 02	64
Tabla 55.- Componente del Sistema 03	65
Tabla 56.- Componente del Sistema 04	65
Tabla 57.- Componente del Sistema 05	65
Tabla 58.- Componente del Sistema 06	66
Tabla 59.- Componente del Sistema 07	66
Tabla 60.- Componente del Sistema 08	67
Tabla 61.- Componente del Sistema 09	67
Tabla 62.- Componente del Sistema 10	67
Tabla 63.- Matriz de Trazabilidad entre Requisitos de Software Funcionales y Componentes del Sistema	68
Tabla 64.- Tabla respuestaalumno	69
Tabla 65.- Tabla actividadprofesor.....	70
Tabla 66.- Tabla alumnos	70
Tabla 67.- Tabla lecture.....	71
Tabla 68.- Tabla actividadeslecture.....	71
Tabla 69.- Tabla valores.....	71

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1.- Entornos reales y entornos virtuales	18
Ilustración 2.- Gráfica de búsqueda de realidad aumentada y realidad virtual.....	18
Ilustración 3.- Vuzix Wrap 920AR. Gafas de realidad aumentada Video See-through [9].....	20
Ilustración 4.- Vuzix Star 1200. Gafas de realidad aumentada Optical See-through [12].....	21
Ilustración 5.- Dispositivo Móvil [13]	22
Ilustración 6.- Aplicación Web de realidad aumentada de publicidad [15].	22
Ilustración 7.- Prototipo de MIT Media Lab [16].....	23
Ilustración 8.- Pioneer AR Head Up Display [19].....	24
Ilustración 9.- Cronograma de las librerías de Realidad aumentada desde 1999 hasta hoy.....	28
Ilustración 10.- Diagrama de Casos de Uso	38
Ilustración 11.- Entorno de la aplicación.....	56
Ilustración 12.- Capas del patrón MVVM	57
Ilustración 13.- Ejemplo de Interfaz en WPF.....	58
Ilustración 14.- Jerarquía de la aplicación de la ilustración 13	58
Ilustración 15.- Jerarquía Visual de la aplicación de la ilustración 13.....	59
Ilustración 16 – Comunicación entre las capas del patrón de diseño MVVM	60
Ilustración 17 – Esquema de pruebas de una aplicación con el patrón de diseño MVVM	60
Ilustración 18 – Fases de la ejecución de la aplicación	61
Ilustración 19 – Módulos de la aplicación	62
Ilustración 20.- Esquema Relacional de la Base de datos de SQLite	72
Ilustración 21.- Prototipo de baja fidelidad. Ventana Principal	73
Ilustración 22.- Prototipo de baja fidelidad. Menú Archivo de la ventana principal	74
Ilustración 23.- Prototipo de baja fidelidad. Menú Ayuda de la ventana principal.	74
Ilustración 24.- Prototipo de baja fidelidad. Ventana de ayuda	75
Ilustración 25.- Prototipo de baja fidelidad. Ventana de Registro de alumno.....	75
Ilustración 26.- Prototipo de baja fidelidad. Ventana de Gestión de Alumnos.	76
Ilustración 27.-Primer Prototipo Funcional.....	78
Ilustración 28.- Google ScketUp Pro	79
Ilustración 29.- Segundo Prototipo Funcional.....	79
Ilustración 30.- Estructura del de proyecto en Visual Studio 2010.....	80
Ilustración 31.- Ciclo de vida en Cascada	83
Ilustración 32.- Planificación Inicial	85
Ilustración 33.- Diagrama de Gantt (Parte 1 de 2)	88
Ilustración 34.- Diagrama de Gantt (Parte 2 de 2)	89

1 Introducción

El objetivo de este capítulo es introducir al lector en el proyecto presentando su contexto, los problemas que aborda, los objetivos planteados y la estructura que seguirá el documento.

1.1 Contexto

En las últimas décadas el desarrollo y crecimiento de las nuevas tecnologías están cambiando el modo de vida de la sociedad en general. De esta forma, se puede ver cómo año tras año conceptos que hasta hace poco eran propios de la ciencia-ficción se está convirtiendo en una realidad tangible que podemos utilizar. Tanto es así que algunos autores se atreven a denominar este cambio como la “tercera revolución industrial” [1]. Entre algunos de los principales sectores en los que estos avances tecnológicos se están haciendo notar con mayor intensidad podemos encontrar las energías renovables, la biotecnología, la robótica, la informática o las telecomunicaciones.

En relación a las tecnologías de la información y comunicación sin duda el agente que más ha permitido su desarrollo ha sido Internet. Aunque también hay que hacer mención de las mejoras que han aparecido en los últimos años en los equipos personales y los dispositivos móviles que han llegado incluso a cambiar el modo interacción que teníamos con ellos. De tal forma que han aparecido nuevos paradigmas de interacción como son la realidad virtual, la realidad aumentada o la computación ubicua.

El impacto de estos cambios se está haciendo notar en distintos sectores entre los que se incluye el de la educación, donde por una parte están transformando el modo de enseñanza y aprendizaje tradicional y por otra, están dando lugar a la aparición de nuevas modalidades como el *e-learning*, *m-learning* o *game based learning*, por ejemplo. De igual forma, estos avances también están transformado la manera de impartir las clases magistrales a través de la introducción en el aula de nuevas herramientas y servicios como reproductores de audio, de vídeo, proyectores o pizarras electrónicas que poco a poco están complementado o incluso sustituyendo al clásico pizarrón que el profesor utilizaba para presentar las ideas principales.

Por lo tanto teniendo en cuenta todas estas transformaciones en el sector en la educación unido a los avances tecnológicos que nos acontecen es casi seguro que este sector seguirá evolucionando. De tal manera que intente superar limitaciones y enriquezca la experiencia del docente y los alumnos.

1.2 Problema

El contexto de este trabajo es el de los sistemas de información y aplicaciones utilizadas para mejorar la experiencia docente en el aula. Entre las ventajas que se suelen destacar sobre esta modalidad de educación está la de la presentación de la información actualizada, la comunicación del conocimiento conceptual o incluso valores de motivación, aparte del contenido cognitivo [2]. Además otra ventaja es que esta modalidad permite al docente llevar la lección a su propia perspectiva crítica ayudando a los estudiantes a transformar y construir el conocimiento [3].

En cualquier caso, el éxito de una clase magistral depende en gran medida de la habilidad o capacidad del docente para comunicarse con los estudiantes [4] para lo cual es fundamental obtener retroalimentación de los mismos acerca del desarrollo de la clase. Para obtener esta retroalimentación muchos profesores detiene la clase para preguntar a los alumnos si tienen dudas o si siguen la exposición correctamente, o bien preguntar cómo desarrollarían o solucionarían ellos un caso similar al recién tratado. En cualquier caso, en muchas ocasiones la timidez o el miedo a quedar en ridículo en frente de los compañeros hacen que sea difícil obtener respuesta directa de los estudiantes por lo que muy frecuentemente el docente obtiene la retroalimentación requerida directamente de la interpretación de los gestos y caras de los estudiantes a lo largo de la clase.

Para solventar en cierta medida el problema algunas universidades proveen a sus alumnos con dispositivos de *feedback*, como los famosos *clickers* [5], que permiten a los alumnos responder anónimamente a las preguntas del profesor pero que en cualquier caso requieren detener el desarrollo normal de la clase para su utilización.

1.3 Objetivos

El presente Trabajo de Fin de Grado se enmarca dentro de un trabajo de investigación que tiene como objetivo explorar las posibilidades del uso de dispositivos y técnicas de realidad aumentada para ofrecer una mejor comunicación entre alumnos y profesores [6]. Más concretamente el trabajo propone un sistema de retroalimentación de información al profesor en clase magistral basado en el uso de técnicas de realidad aumentada llamado ALFs (Augmented Lecture Feedback system) del cual este proyecto se ocupará de la implementación del módulo de visualización y representación de información [7]

1.3.1 Objetivo Principal

El objetivo principal de este proyecto es el desarrollo de una aplicación que permita al docente la visualización a través de unas gafas de realidad aumentada de manera natural el estado actual de los alumnos respecto al conocimiento del concepto explicado o respecto a la actividad que se está desarrollando en clase.

1.3.2 Objetivos Secundarios

Entre los objetivos secundarios de este proyecto están:

- Mejorar la motivación y participación del alumnado.
 - La interacción directa a través de algún tipo de dispositivo con el profesor podrá hacer aumentar la participación y motivación de los alumnos porque el profesor podrá personalizar la lección en función de los alumnos (no repitiendo conceptos que ya saben y centrándose en los que parece que los alumnos no entienden).
- Mejorar la experiencia de los docentes.
 - El docente al obtener una retroalimentación en tiempo real de cómo va el estado de la clase podrá saber que conceptos debería de explicar mejor o buscar una definición más acorde a los conocimientos asentados.
- Mejorar la fluidez de la comunicación de los profesores y alumnos
 - Al existir un nuevo medio de comunicación entre los profesores y los alumnos en los que el profesor puede obtener una respuesta clara, directa y concreta sobre un alumno permitirá una fácil comunicación. Sin que el profesor que tendrá que interpretar los gestos o las caras de los alumnos.
- Reducir el fracaso escolar.
 - El aumento de la participación en clase servirá al profesor para generar un modelo de las posibles causas del fracaso escolar entre los alumnos permitiendo tomar medidas para reducirlo.
- Evitar el uso incorrecto del sistema de retroalimentación
 - Al haber únicamente anonimato entre los alumnos de clase el profesor puede ver el estado en el que se encuentra un alumno determinado sin que los demás alumnos puedan saberlo. Impidiendo la tentación por

parte de los alumnos de introducir datos falso como en algunos CRS que mantienen el anonimato frente al docente [8]

1.4 Fases del desarrollo

El desarrollo de este proyecto se ha dividido en las siguientes fases:

- Análisis de las librerías de realidad aumentada
- Análisis de los sistemas Audience/Classroom Response System
- Definición de objetivos a conseguir
- Especificación de los requisitos del sistema
- Planificación y presupuesto
- Diseño de la aplicación
- Desarrollo de la aplicación
- Puesta en producción

1.5 Medios empleados

Para el desarrollo de este proyecto se han utilizado:

- Un equipo personal
- Un dispositivo de vídeo o webcam
- Unas gafas de realidad aumentada
- Una licencia de Microsoft Windows 7
- Una licencia de Microsoft Office 2010
- Una licencia de Microsoft Visual Studio 2010

1.6 Estructura

El resto del documento se estructura de la siguiente manera:

- Estado de la cuestión: En este apartado se analizarán distintos trabajos relacionados con el contenido del proyecto. Por una parte se analizarán distintas alternativas de implementación de técnicas de realidad aumentada explicando primeramente qué es y en qué consiste la realidad aumentada. Para posteriormente explicar que tipos de realidad aumentada existe y las librerías que actualmente permiten su desarrollo. Por otra parte se estudiará otros proyectos y dispositivos que han tratado y tratan de mejorar la comunicación durante la clase. Permitiendo un feedback por parte del alumno al profesor.
- Análisis del Sistema: En este capítulo se recogerán toda la información relativa a la fase de análisis del proyecto. Presentándose los requisitos del usuario que generarán los casos de uso y estos a su vez derivarán en los requisitos software que se verificará su coherencia posteriormente con matrices de trazabilidad. De tal forma que se aseguren todas las funcionalidades solicitadas por el cliente.
- Diseño de la Aplicación: En este apartado se presentarán la arquitectura que seguirá la aplicación y los componentes que la conformarán. Presentando al final del capítulo un mockup de baja fidelidad que permitirá guiar mejor el diseño.

- Implementación: A lo largo de este capítulo se describirán los detalles de la implementación del sistema informático.
- Gestión del Proyecto: En este apartado se documentará el desarrollo del proyecto indicándose la metodología empleada y la planificación que se seguirá.
- Conclusiones: Una vez realizadas las pruebas se expondrán las conclusiones que se pueden extraer tras la realización del proyecto además de algunas líneas futuras sobre la aplicación o líneas de investigación.
- Manual de usuario: Por último se adjuntará como anexo a este documento una guía detallada para la instalación y configuración de la aplicación. Indicándose los requisitos mínimos del sistema y los pasos que hay que seguir para su ejecución.

2 Estado de la Cuestión

En este apartado del documento se analizarán las principales líneas de investigación de la realidad aumentada explicando qué es la realidad aumentada, cómo se implementan, los distintos tipos dispositivos que se utilizan y las librerías que permiten su implementación. También se presentarán sistemas que en la actualidad mejoran el flujo de comunicación entre los alumnos.

2.1 Realidad Aumentada

2.1.1 ¿Qué es la realidad aumentada?

La realidad aumentada es el término que emplea a la visión directa o indirecta de un entorno físico del mundo real a la que se le introducen elementos virtuales para añadir información o darle un contexto determinado.

Mientras que la realidad virtual es la inmersión total del usuario en un mundo virtual, un mundo totalmente inventado y contruido totalmente de elementos virtuales.



Ilustración 1.- Entornos reales y entornos virtuales

El gráfico de la ilustración 1 muestra el nivel de realidad del entorno. Las aplicaciones que utilizan mayormente la realidad para la visión son aplicaciones de realidad aumentada mientras que las aplicaciones que hacen uso mayor del entorno virtual son aplicaciones de realidad virtual [9]. En cualquier caso, es necesario señalar que esta clasificación de tipos de realidad es discutida por algunos autores que consideran que la realidad aumentada es parte una parte de la realidad virtual porque sigue haciendo uso de partes virtuales que se insertan en la realidad.

Lo que sí que es un hecho es que en los últimos años el interés suscitado por las posibilidades ofrecidas por la realidad aumentada va en aumento, tal y como se puede apreciar en el gráfico 2 donde se muestra cómo el número de búsquedas en Google del término “realidad aumentada” supera ya al de “realidad virtual”.



Ilustración 2.- Gráfica de búsqueda de realidad aumentada y realidad virtual

En el gráfico la línea roja representa la búsqueda del término “Virtual Reality” mientras que la línea azul representa la consulta del término “Augmented Reality” pudiendo ser ver que actualmente la realidad aumentada es un término más buscado que la realidad virtual.

2.1.2 ¿Cómo se implementa?

Para generar una visión de realidad aumentada se requieren un conjunto de dispositivos o sensores, un sistema capaz de procesar la información de estos sensores y algún tipo de dispositivo de vídeo donde representar los elementos virtuales.

Todos estos dispositivos se combinan en tres fases que son obtención de información, procesamiento de la información y representación de la información.

2.1.2.1 Obtención de la información

En esta fase el sistema obtiene información del medio a partir de los sensores y dispositivos con los que cuenta. Generalmente el dispositivo más empleado es la cámara que obtiene imágenes de la realidad permitiendo en posteriores fases saber dónde se han de colocar los elementos virtuales.

Pero este sensor no es el único empleado en aplicaciones de realidad aumentada. Para obtener más información del medio a veces se emplean sensores ópticos para la luminosidad o la distancia de un elemento, GPS para el posicionamiento dentro del globo terrestre, acelerómetros para calcular la presión, giroscopios para saber la nivelación del dispositivo, brújulas de estado sólido para obtener las coordenadas, lectores de RFID para detectar elementos cercanos...

Una vez obtenidos todos los datos del medio son digitalizados para la siguiente fase de la visión de realidad aumentada.

2.1.2.2 Procesado de la información

En esta fase los datos obtenidos son analizados y procesados para obtener información del medio que a veces no es perceptible por el usuario. Durante esta fase el dispositivo puede incluso conectarse a Internet para hacer uso de una base de datos de con información útil para el usuario por el lugar donde está el usuario o por lo que está viendo.

Normalmente en esta fase el procesamiento de imágenes es lo que más recursos consumen, ya que se suele aplicar algún algoritmo de reconocimiento de objetos o de caras que requieren una unidad de CPU potente y una gran cantidad de memoria principal. Propiedades que se combinan en los ordenadores y actualmente en los Smartphone.

Tras el análisis los resultados son modelados como elementos virtuales que son directamente enviados al dispositivo de vídeo o superpuestos en la imagen obtenida para el posterior envío al dispositivo de vídeo.

2.1.2.3 Representación de la información

En esta fase los elementos virtuales o la imagen con los elementos virtuales superpuestos son representadas por el dispositivo de vídeo según el tipo de realidad aumentada.

2.1.3 Tipos de Realidad Aumentada

Existen varias formas de clasificar a los tipos de realidad aumentada. Una de ellas es por el tipo de información principal que obtienen los sensores, reconocimiento de objetos, reconocimiento de marcadores, posicionamiento de GPS, etc. Otro por el nivel de realidad aumentada que va desde el nivel 0 de reconocimiento de código de barras o *QR Codes* hasta el nivel 3 donde hay una inmersión total en la realidad. En este documento se clasificarán los tipos de realidad aumentada por el tipo de dispositivo que se emplea para la representación de la información habiendo estos cuatro tipos.

2.1.3.1 Head Mounted Display o Display en la Cabeza

Son un tipo de dispositivo que se coloca en la cabeza del usuario para la representación de la realidad aumentada. Normalmente a estos tipos de dispositivos se le incluye ya la cámara para poder facilitar la alineación de la vista real con la vista de realidad aumentada.

Existen dos tipos de dispositivos *HMD Video See-through* y *Optical See-through* [8]

- *Video See-through*: En este tipo de realidad aumentada los objetos virtuales son superpuestos sobre la imagen capturada de vídeo. Resultado una composición de vídeo que se reproduce sobre una pantalla cercana al ojo haciéndolo en cierta medida poco natural al tener que ver el mundo a través de una pantalla.
- *Optical See-through*: En este segundo tipo solamente los objetos virtuales son mostrados directamente sobre el mundo real a través de una pantalla de cristal. En este caso los usuarios pueden ver el mundo real de manera más natural. Viendo el mundo a través de una cristal o lentilla en que se dibujan los elementos virtuales.

Ejemplos:



Ilustración 3.- Vuzix Wrap 920AR. Gafas de realidad aumentada Video See-through [9]

En la ilustración 3 se puede ver cómo las cámaras se encuentran alienadas respecto a la vista que tendría el usuario sin gafas. En este caso es un dispositivo *Video See-through* ya que los cristales de las gafas son opacos y hay dos pantallas detrás de ellos en la imagen [11].



Ilustración 4.- Vuzix Star 1200. Gafas de realidad aumentada Optical See-through [12].

En la ilustración 4 se puede observar que como de nuevo la cámara se encuentra alineada respecto a la vista que tendría el usuario sin gafas. En este caso es un dispositivo *Optical See-through* ya que los cristales de las gafas son de cristal y las imágenes virtuales se proyectan sobre ellos [12].

2.1.3.2 Handheld o Display Móvil

Este tipo de realidad aumentada es visualizada por dispositivos de pequeño tamaño que caben en la mano. Disponen de una pequeña pantalla donde se ven las imágenes capturadas por la cámara con los elementos virtuales superpuestos.

En este tipo de realidad aumentada la cámara no capta el campo de visión del usuario sino que el dispositivo hace de ventana a la realidad aumentada superponiendo los elementos virtuales. Ya que el usuario tiene que observar a través de la pantalla lo que la cámara está capturando.

Los dispositivos empleados para este tipo de realidad aumentada son las PDA's, móviles, *tablets* y cámaras de vídeo.

Este tipo de realidad aumentada promete ser el primer éxito comercial de las tecnologías de la realidad aumentada al poderse utilizar un simple Smartphone como dispositivo de realidad aumentada.

En la ilustración 5 se puede observar como el móvil es la “ventana” al mundo de realidad aumentada.

Ejemplo:



Ilustración 5.- Dispositivo Móvil [13]

2.1.3.3 Monitor de Ordenador

Otro de los dispositivos con los que se puede tener acceso a la realidad aumentada son los equipos personales mediante la webcam.

En este tipo de realidad aumentada las imágenes se capturan a través de una webcam y se visualizan en el monitor del equipo con los elementos virtuales superpuestos. Haciéndonos ver el mundo virtual a través de un “espejo”.

Desde el 2009 este tipo de aplicación ha tomado mucha fuerza desde la llegada de la librería FLARToolkit [14] que permite el uso de la realidad aumentada en el navegador web.

Ejemplos:



Ilustración 6.- Aplicación Web de realidad aumentada de publicidad [15].

La ilustración 6 muestra uno de los usos que se le está dando a la realidad aumentada que es como plataforma publicitaria [16]. En este caso la aplicación interactúa con el usuario para probar diferentes modelos de relojes.

2.1.3.4 *Spatial o Display Espacial*

En este tipo de realidad aumentada se hace uso de proyectores digitales para mostrar información sobre elementos físicos, de manera que no se requiere ver el mundo a través de una pantalla o cristal.

Una de las ventajas que presenta la realidad aumentada espacial (SAR) es los proyectores al estar fuera del usuario pueden ser visualizados por otras personas por lo que es posible una colaboración dentro del espacio donde se proyecte la realidad aumentada. Siendo incluso posible la incorporación de más proyectores para hacer el espacio más grande.

Pero también hay que destacar que presenta algunas desventajas frente a los otros sistemas como es la pérdida de nitidez por un exceso de luz ambiental, la dependencia del material donde se proyecta los elementos o la sobra del usuario [17].

Ejemplos:



Ilustración 7.- Prototipo de MIT Media Lab [16]

En la ilustración 7 se puede ver como el proyector del SAR proyecta un teclado en la palma de la mano de un usuario y este puede pulsar las teclas virtuales [18].



Ilustración 8.- Pioneer AR Head Up Display [19]

La ilustración 8 muestra el prototipo presentado por Pioneer en la feria del CEATEC 2011 [17] proyectado la dirección que ha de seguir el usuario que se encuentra en el vehículo.

2.1.4 Librerías

Desde de la primera librería de realidad aumentada de código abierto desarrollada en 1999 han aparecido una gran cantidad de librerías, pudiendo encontrarse en la actualidad todo tipo de librerías según el lenguaje o nivel de realidad aumentada que se precise. En este apartado se dará una breve descripción de las principales librerías que pueden encontrarse ahora mismo en el mercado mostrando al final un esquema cronológico

2.1.4.1 OpenCV

Propiamente *OpenCV* [20] no es una librería de realidad aumentada sino una biblioteca de visión artificial originalmente desarrollada por Intel. La primera versión de esta biblioteca apareció en el mes de enero de 1999 bajo la licencia BSD, que permite su uso para fines comerciales. Esta librería actualmente se emplea en muchos lugares desde sistemas de detección de movimiento hasta sistemas de control para el reconocimiento gracias en parte a su licencia gratuita.

Esta librería es multiplataforma existiendo versiones para Linux, Mac Os X y Windows. El lenguaje de programación que se emplea es C, C++ o Python y próximamente Java para Android.

La potencia de esta librería que dispone de más de 500 funciones permite su uso en el campo de la realidad amentada para el reconocimiento de marcadores u objetos.

Entre las variantes de esta librería podemos encontrar *Emgu CV* y *ArUco*.

2.1.4.2 Emgu CV

Emgu CV es un *wrapper* de plataforma cruzada que permite la utilización de a la librería OpenCV de Intel sobre la plataforma .NET [21]. Permitiendo ser utilizada con los lenguajes de programación C#, VB, VC++ de Microsoft.

La primera versión de la librería data de 2008 y en la actualidad existen cuatro distintas: una de código abierto, una versión beta para Android y dos versiones comerciales una para Windows y otra para iOS.

2.1.4.3 *ArUco*

Pese a que esta librería también está basada en *OpenCV* es una librería de realidad aumentada al estar integrada con librerías gráficas como son *OpenGL* y *OGRE* que permiten la renderización de elementos virtuales.

Esta librería cuenta con lo esencial para la detección de marcadores y superposición de elementos virtuales mediante el lenguaje C++.

Actualmente la universidad de Córdoba continúa con su desarrollo tras su lanzamiento el 17 de octubre de 2010 [22].

2.1.4.4 *ARToolKit*

Es la primera librería de código abierto de realidad aumentada desarrollada por Hirokazu Kato publicándose en 1999 por el HIT Lab de la universidad de Washington. Actualmente se mantiene como proyecto de código abierto con licencia comercial [23].

Esta biblioteca ha sido la base de muchas librerías desde el 2004 hasta el 2011. Entre estas librerías podemos encontrar:

2.1.4.5 *jARToolKit*

Librería de código abierto publicada el 8 de junio de 2004. El lenguaje de programación para esta librería es Java [24].

2.1.4.6 *ARToolKitPlus*

Versión extendida de la librería *ARToolKit* disponible bajo la licencia GPL. Basa de en la versión que extiende está inspirada también en la versión *ARTag* para el reconocimiento de marcadores permitiendo un procesamiento más eficiente.

Actualmente esta librería se encuentra desactualizada desde junio de 2006 [25].

2.1.4.7 *OSGART*

Librería de realidad aumentada se encuentra bajo licencia GPL desde su primera versión el 18 de diciembre de 2006. Esta librería fue desarrollada por el HITLab de la universidad de Nueva Zelanda para el desarrollo de aplicaciones de realidad aumentada de manera más sencilla [26].

2.1.4.8 *FLARToolKit*

Librería de realidad aumentada que fue desarrollada para la integración en Flash. Esta librería es una de las más utilizadas para publicidad o ejemplos de realidad aumentada ya que se tan solo se necesita una webcam y un navegador para su ejecución [14].

Actualmente esta librería está basada en la librería *NyARToolKit*.

2.1.4.9 *NyARToolKit*

Librería de realidad aumentada diseñada para su utilización en máquinas virtuales Java, C# y Android. Su primera versión fue lanzada el 26 de mayo de 2008 [27].

2.1.4.10 *ARDesktop*

Librería de código abierto fue lanzada el 20 de junio de 2009 y su última versión es del 9 de noviembre de 2011 [28].

2.1.4.11 *ATOMIC Authoring Tool*

Herramienta que permite la creación de aplicaciones de realidad aumentada sin la necesidad de saber programar. La primera versión de esta aplicación fue lanzada el 6 de marzo de 2009 estando disponible para todos los sistemas operativos [29].

La principal motivación de *ATOMIC* es proporcionar a la comunidad una herramienta para la creación de realidad aumentada sin la necesidad de conocimientos técnicos.

2.1.4.12 *ATOMIC Web Authoring Tool*

Proyecto hijo de *ATOMIC Authoring Tool* fue lanzado el 31 de marzo de 2010 para la creación de aplicaciones de realidad aumentada desde los navegadores web [30].

Este proyecto hace uso de la librería *FLARToolKit* para este fin.

2.1.4.13 *SLARToolKit*

Librería de realidad aumentada para *Silverlight* y *Windows Phone* está basada en *ARtoolKit* y *NyARToolKit*. Se encuentra en código abierto desde su lanzamiento el 24 de febrero de 2010 [31].

2.1.4.14 *AndAR*

Proyecto de código abierto basado en la librería *ARToolKit* para Android la primera versión de esta librería es de mayo de 2010 [32].

2.1.4.15 *Studerstube Traker*

Librería de visión artificial para la detección y estimación de posicionamiento de elementos de dos dimensiones. Fue creada por los desarrolladores de *ARToolKitPlus* aunque no comparte código. Su última actualización es de agosto del 2011 [33].

2.1.4.16 *Mixed Reality ToolKit (MRT)*

Librería de realidad aumentada desarrollada por la University Collage London. Su primera versión fue lanzada en Mayo de 2005 como código abierto en C++ [34].

2.1.4.17 AR-Tag

Proyecto desarrollado por la Universidad de Columbia para la creación de una librería que permitirá el desarrollo de aplicaciones de realidad aumentada para la *Windows* y la *Xbox* [35].

2.1.4.18 HandyAR

Librería de realidad aumentada sin marcadores basada en el seguimiento de los dedos de la mano. Su primera versión en pruebas fue lanzada en julio de 2007 [36].

2.1.4.19 AR-Media

Librería comercial de realidad aumentada que permite la utilización de Google Sketch-Up para la generación de modelos 3D que se visualizarán en la realidad aumentada [37].

2.1.4.20 D'Fusion Studio

Herramienta comercial de diseño de aplicaciones de realidad aumentada que permite la animación de los modelos en 3D [38].

2.1.4.21 Junaio

Herramienta comercial de diseño de aplicaciones de realidad aumentada para dispositivos móviles [39].

2.1.4.22 Wikitude SDK

SDK que permite el desarrollo de aplicaciones de realidad aumentada en móviles. Dispone de funcionalidades para la localización en el globo terrestre del dispositivo [40].

Esta una versión de pago que dispone de versión de prueba.

2.2 Audience Response

2.2.1 ¿Qué es?

El término *audience response* hace referencia al tipo de interacción al que prestan servicio los sistemas de respuesta de audiencia (*Audience Response System*) que soportan la comunicación entre la audiencia de una conferencia y el presentador. En la educación, este tipo de sistemas se suelen denominar *Classroom Response System* (CRS) y los dispositivos que utilizan los alumnos para comunicarse con el docente "*clickers*".

Aunque en la actualidad existen varias patentes sobre estos sistemas [41] [42] [43], el esquema general del sistema suele ser similar en todos ellos y consiste en un conjunto de dispositivos de decisión y un sistema central de almacenamiento de la respuesta, de tal modo que las personas que asisten a la conferencia o clase disponen de un sistema de decisión y van dando respuesta u opinión de lo que el presentador o profesor pregunta o expone. Todas estas decisiones son enviadas al sistema central que almacena o muestra el resultado de las encuestas. Este esquema básico puede ser complementado con otros dispositivos para la comunicación entre los dispositivos y el sistema central o aplicaciones software para la presentación real.

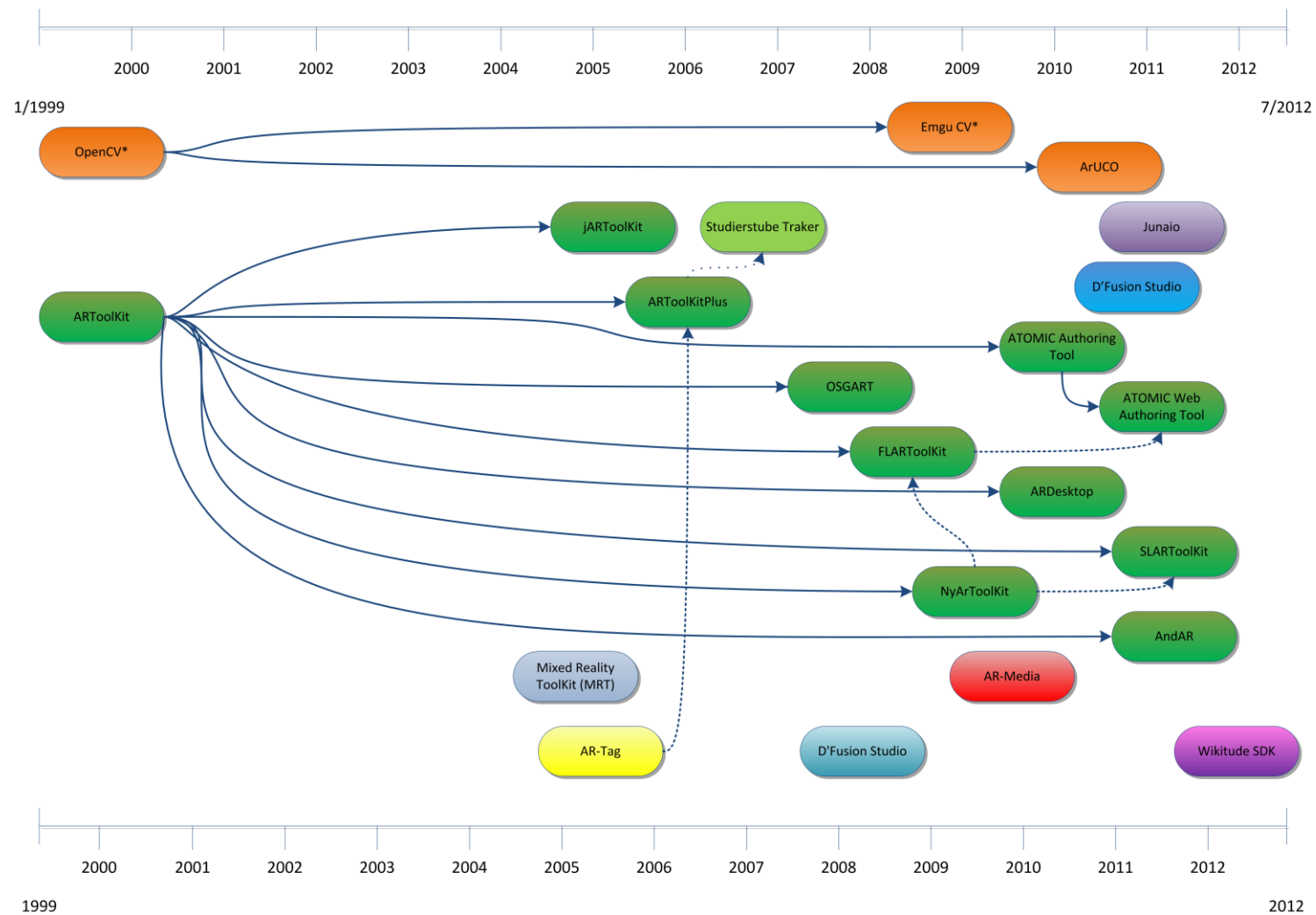


Ilustración 9.- Cronograma de las librerías de Realidad aumentada desde 1999 hasta hoy

2.2.2 Origen

El origen de estos sistemas data de la década de los 60 en su utilización para la evaluación del público de películas inéditas, programas de televisión y anuncios publicitarios por la *Audience Studies Institute of Hollywood* de California. Siendo al principio unos dispositivos analógicos con los que indicaban el nivel del entretenimiento mediante una rueda y posteriormente dispositivos digitales que permitían recoger mediante botones respuestas de sí o no o incluso valores numéricos.

Por otro lado, principios de los 70, William W. Simmons, ejecutivo de IBM, desarrolló un sistema llamado “Consensor” [44] que permitía de obtener de manera anónima la opinión de los individuos en la escala Likert. Años después en 1972, Simmons se retira de IBM y crea una empresa llamada Applied Futures Inc. con la colaboración de su socio. Posteriormente en 1974 comercializan un sistema, tras serles concedida varias patentes [45] [46], en el que los oyentes de la sala podían indicar su opinión en una escala de 0 a 10 y el sistema central mediante tres luces indicaba si existía consenso o no. Tras vender una gran cantidad de unidades de estos tipos de dispositivos a empresas y agencias gubernamentales en 1984 esta empresa se fusionó con Brooks International Corporation convirtiéndose en una subsidiaria.

Desde entonces estos sistemas han evolucionado bastante en la manera de comunicación entre los dispositivos del público y el sistema central, siendo posible distinguir distintos tipos:

- Basados en cable
 - Fue el primer medio de comunicación utilizado. Cada uno de los dispositivos del público están conectados mediante un cable con el sistema central. El principal inconveniente de este medio es que requiere acondicionar la sala para realizar la interacción y es difícilmente transportable a otra sala.
- Infrarrojos:
 - Cada uno de los dispositivos del público dispone de un emisor de infrarrojos que ha de ser apuntado al receptor o receptores de la sala para indicar la votación u opinión. La ventaja de este sistema frente al de cable es que es transportable a otras salas siendo su único inconveniente la necesidad de que haya una visión directa entre los dispositivos y el receptor.
- Radio Frecuencia:
 - En este caso los dispositivos cuentan con una antena con la que comunica por radio frecuencia el resultado del oyente al sistema central. Este sistema de comunicación no requiere una visión directa entre el mando y el receptor permitiendo un gran número de personas en la sala.
- Teléfono Móvil:
 - Con la aparición de los teléfonos móviles se ha desarrollado sistemas que permiten el envío del resultado a través de la red de móviles o a través de un móvil mediante un SMS. El principal problema que presenta es el coste de las compañías.

- Internet:
 - Con la aparición de las PDA, ordenadores portátiles y Smartphone que disponen de tarifa de datos o conexión Wifi se han desarrollado sistemas CRS en los que los oyentes mediante estos dispositivos pueden enviar sus respuestas. La principal ventaja es que al ser dispositivos que los oyentes poseen no se requieren comprar el seguimiento o encuesta.

2.2.3 Ventajas

Estos sistemas además de haber evolucionado en el modo de comunicación entre los nodos y el sistema central también se han extendido su campo de aplicación. Pudiéndose utilizar en encuestas de valoración del público, conferencias, votaciones, juegos o incluso seguimiento de la clase. En este apartado de ventajas de estos sistemas nos centraremos en su utilización en el seguimiento de la clase:

- Mejora de la Participación
 - Estudios realizados en la Universidad de Wisconsin [47] en otoño de 2005 sobre sus efectos en la enseñanza arrojaron como resultados en 27 profesores que el 94 % de los profesores estaba de acuerdo y muy de acuerdo de que los *clickers* habían hecho que aumentase la participación de los estudiantes en clase el 6% restante se declaraba neutro. En relación a los estudiantes el 69% de 2684 afirmaron que el dispositivo les había hecho participar más en clase y solo un 13% mostraron rechazo a la afirmación.
- Aumenta la retención de conocimientos
 - En el mismo estudio realizado en la Universidad de Wisconsin [47] el 74% de los docentes estuvo de acuerdo y muy de acuerdo en que los sistemas habían sido muy beneficiosos para los alumnos estando el 26% restante neutral ante la afirmación. Respecto a los alumnos el 53% estuvo de acuerdo y muy de acuerdo en que habían sido beneficiosos para su aprendizaje habiendo solamente un 19 % de los alumnos en desacuerdo o muy desacuerdo con esta afirmación.
- Encuestas anónimas
 - A diferencia de los sistemas de votación tradicional, a mano alzada, estos sistemas permiten mantener el anonimato de la opinión de los oyentes.
- Eliminación de la tendencia de la psicología de masas
 - Al ser anónima la opinión de los oyentes un oyentes no pueden saber que deciden los demás por lo que se elimina la tendencia de que los oyentes indecisos voten la decisión más votada por la masa.
- Mostrar los resultado de la votación rápidamente
 - El sistema central unido a algún proyector o pantalla puede mostrar los resultados obtenidos en la última votación mediante algún tipo de gráfica.
- Crean un ambiente interactivo y divertido de aprendizaje
 - En el campo de la enseñanza, al ser utilizados nuevos dispositivos estos pueden atraer la atención de los alumnos para un ambiente de aprendizaje. Pero sobre el mayor aumento de interés en los alumnos suele relacionarse con

la posibilidad de ver si la respuesta que han introducido a través de su *clicker* es correcta y cómo queda su resultado respecto a los demás alumnos [48]

- Recopilación de datos para la presentación de informes y análisis de datos
 - La posibilidad de almacenar los resultados individuales de los oyentes permiten hacer un seguimiento o evolución de los oyentes para poder realizar un informe o análisis individual de los oyentes o colectivo del grupo.

2.2.4 Desventajas

Entre las desventajas o retos que se presenta actualmente en estos sistemas podemos destacar:

- El precio por unidad de los dispositivos ARS
 - Para el seguimiento total de una clase se debe de proporcionar a cada alumno un dispositivo de seguimiento.
- Mantenimiento y reparación del dispositivo central.
 - Un fallo en el sistema central impide el correcto funcionamiento en el sistema al encontrarse todo centrado.
- La baja fiabilidad de utilización de estos dispositivos bajo condiciones no óptimas.
 - En lugares donde la cobertura no es buena o no existe una visión directa con el dispositivo receptor de infrarrojos puede suceder de que no se envíe la información al nodo central.

Hay que destacar que en los últimos años algunos de estos problemas se están mitigando o eliminando con el uso de los dispositivos móviles como dispositivos de seguimiento [49].

3 Análisis del sistema

Una vez presentado y analizado el estado de la cuestión la siguiente etapa en el desarrollo del proyecto es la de análisis. En esta etapa se estudia el problema con el cliente acordando el alcance del proyecto y los requisitos que debe satisfacer, así como los distintos casos de uso. Siendo el siguiente paso el desglose de la información obtenida en requisitos de software que especificarán de una manera más detallada y específica el sistema comprobando su coherencia mediante la realización de matrices de trazabilidad.

Para la obtención de los requisitos de usuario y los casos de uso se han realizado una serie de entrevistas con el tutor que ha realizado el rol de cliente. Tras esta serie de entrevistas el jefe de proyecto, autor de este documento, ha expuesto los requisitos de usuario, casos de uso y requisitos de software al cliente para su confirmación. De manera que haya un contrato escrito vinculante para las dos partes sobre la aplicación que se desea y que se va a implementar.

3.1 Requisitos de Usuario

Mediante los siguientes requisitos el cliente determinará las funcionalidades que quiere para su aplicación final. Existen dos clases de requisitos:

- Requisitos de Capacidad: Son los requisitos que definirán las funcionalidades que la aplicación debe de proporcionar.
- Requisitos de Restricción: Son los requisitos que indicará las propiedades de las capacidades. Indicando restricciones temporales, de rendimiento, de seguridad, de disponibilidad, de estabilidad...

Para la especificación de cada requisito se utilizarán los siguientes campos:

- Identificador: Permitirá reconocer a cada requisito de manera unívoca. Este campo seguirá la siguiente nomenclatura.

RU<Tipo>-<Número>

Dónde:

- <Tipo>: Podrá tomar los siguientes valores de:
 - C: Para indicar que se trata de un requisito de capacidad
 - R: Para indicar que se trata de un requisito de restricción
- <Número>: Será un número de dos cifras que empezará desde el valor 01 y se irá incrementado en una unidad (Tras las modificaciones de los requisitos no se asegurará la sucesión de números).
- Nombre: Indicará de manera breve el objetivo del requisito.
- Descripción: Especificará más detalladamente y de manera completa el requisito.
- Fuente: Indicará la persona que ha solicitado este requisito o de donde proviene

- Necesidad: Reflejará el nivel de importancia de realizar el requisito mediante los valores de Opcional, Deseable y Esencial
- Prioridad: Reflejará el nivel de importancia de importancia del requisito mediante los valores Bajo, Medio y Alto.
- Claridad: Especificará el nivel de explicación o comprensión que tiene el requisito.
- Estabilidad: Indicará la estabilidad que tendrá este requisito con los demás requisitos. El valor de este campo será Estable o Inestable. Si algún requisito no es inestable se podrá identificar una incoherencia entre requisitos.
- Verificabilidad: Indicará el nivel de comprobación que tiene el requisito para demostrar si se cumple o no se cumple.
- Pre-requisito: Indicará los requisitos necesarios para poder cumplir este requisito. En este campos aparecerán los identificadores de los requisitos necesarios

A continuación se muestra una tabla de ejemplo para los requisitos de usuario

RUC-01			
Nombre			
Descripción			
Fuente		Necesidad	
Prioridad		Claridad	
Estabilidad		Verificabilidad	
Pre-requisito			

Tabla 1.- Ejemplo de Tabla de requisito

3.1.1 Requisitos de Capacidad

RUC-01			
Nombre	Estado de los alumnos		
Descripción	El sistema tendrá la capacidad de mostrar el estado de los alumnos de la clase		
Fuente	Cliente	Necesidad	Esencial
Prioridad	Alta	Claridad	Alta
Estabilidad	Estable	Verificabilidad	Alta
Pre-requisito	Ninguno		

Tabla 2.- Requisito de Usuario. (Requisito de Capacidad 01)

RUC-02			
Nombre	Gafas de Realidad Aumentada		
Descripción	El sistema deberá poder ser empleado mediante gafas de realidad aumentada		
Fuente	Cliente	Necesidad	Esencial
Prioridad	Alta	Claridad	Alta
Estabilidad	Estable	Verificabilidad	Alta
Pre-requisito	Ninguno		

Tabla 3.- Requisito de Usuario. (Requisito de Capacidad 02)

RUC-03			
Nombre	Reconocimiento		
Descripción	El sistema tendrá la capacidad de poder reconocer a los alumnos de la sala		
Fuente	Cliente	Necesidad	Esencial
Prioridad	Alta	Claridad	Alta
Estabilidad	Estable	Verificabilidad	Alta
Pre-requisito	Ninguno		

Tabla 4.- Requisito de Usuario. (Requisito de Capacidad 03)

RUC-04			
Nombre	Registro del Alumno		
Descripción	El sistema tendrá la capacidad de almacenar registros de alumnos con los siguientes campos: <ul style="list-style-type: none"> Número de Identificación del Alumno El nombre del alumno (Opcional) Fecha de Creación Fecha de Modificación Marcador o Imagen del alumno 		
Fuente	Cliente	Necesidad	Esencial
Prioridad	Media	Claridad	Alta
Estabilidad	Estable	Verificabilidad	Alta
Pre-requisito	Ninguno		

Tabla 5.- Requisito de Usuario (Requisito de Capacidad 04)

RUC-05			
Nombre	Registrar nuevo Alumno		
Descripción	El sistema tendrá la capacidad de registrar nuevos alumnos para reconocimiento de estados		
Fuente	Cliente	Necesidad	Esencial
Prioridad	Media	Claridad	Media
Estabilidad	Estable	Verificabilidad	Alta
Pre-requisito	Ninguno		

Tabla 6.- Requisito de Usuario. (Requisito de Capacidad 05)

RUC-06			
Nombre	Comunicación		
Descripción	El sistema se integrará y comunicará con el resto de las aplicaciones del proyecto de investigación		
Fuente	Cliente	Necesidad	Deseable
Prioridad	Baja	Claridad	Media
Estabilidad	Estable	Verificabilidad	Alta
Pre-requisito	Ninguno		

Tabla 7.- Requisito de Usuario. (Requisito de Capacidad 06)

RUC-07			
Nombre	Calidad de Video		
Descripción	El sistema tendrá la capacidad de cambiar la calidad de video de entrada de la cámara		
Fuente	Jefe de Proyecto	Necesidad	Opcional
Prioridad	Baja	Claridad	Media
Estabilidad	Estable	Verificabilidad	Alta
Pre-requisito	Ninguno		

Tabla 8.- Requisito de Usuario. (Requisito de Capacidad 07)

RUC-08			
Nombre	Modificar Registro Alumno		
Descripción	El sistema tendrá la capacidad de modificar los registros de las personas registradas en el sistema modificando los campos: <ul style="list-style-type: none"> Número de Identificación del Alumno El nombre del alumno 		
Fuente	Jefe de Proyecto	Necesidad	Deseable
Prioridad	Media	Claridad	Media
Estabilidad	Estable	Verificabilidad	Alta
Pre-requisito	Ninguno		

Tabla 9.- Requisito de Usuario (Requisito de Capacidad 08)

RUC-09			
Nombre	Eliminar Registro Alumno		
Descripción	El sistema tendrá la capacidad de eliminar los registros de las personas registradas en el sistema		
Fuente	Jefe de Proyecto	Necesidad	Deseable
Prioridad	Media	Claridad	Media
Estabilidad	Estable	Verificabilidad	Alta
Pre-requisito	Ninguno		

Tabla 10.- Requisito de Usuario (Requisito de Capacidad 09)

3.1.2 Requisitos de Restricción

RUR-01			
Nombre	Realidad Aumentada		
Descripción	El sistema hará uso de la realidad aumentada para la comunicación entre el profesor y el alumno.		
Fuente	Cliente	Necesidad	Esencial
Prioridad	Alta	Claridad	Alta
Estabilidad	Estable	Verificabilidad	Alta
Pre-requisito	Ninguno		

Tabla 11.- Requisito de Usuario. (Requisito de Restricción 01)

RUR-02			
Nombre	Detectará de alumnos		
Descripción	El sistema detectará a los alumnos por marcadores o por reconocimiento facial.		
Fuente	Cliente y Jefe de Proyecto	Necesidad	Esencial
Prioridad	Alta	Claridad	Alta
Estabilidad	Estable	Verificabilidad	Alta
Pre-requisito	RUC-03		

Tabla 12.- Requisito de Usuario. (Requisito de Restricción 02)

RUR-03			
Nombre	Comunicación		
Descripción	El sistema para poderse comunicar con las demás aplicaciones que engloban la investigación lo hará mediante sockets.		
Fuente	Cliente	Necesidad	Deseable
Prioridad	Baja	Claridad	Media
Estabilidad	Estable	Verificabilidad	Alta
Pre-requisito	RUC-05		

Tabla 13.- Requisito de Usuario. (Requisito de Restricción 03)

RUR-04			
Nombre	Elementos virtuales		
Descripción	El sistema mostrará el estado de los alumnos mediante figuras y modelos en tres dimensiones		
Fuente	Cliente	Necesidad	Esencial
Prioridad	Media	Claridad	Alta
Estabilidad	Estable	Verificabilidad	Alta
Pre-requisito	RUC-01, RUC-03		

Tabla 14.- Requisito de Usuario. (Requisito de Restricción 04)



RUR-05			
Nombre	Sistema Operativo		
Descripción	El aplicación se deberá de poder utilizarse en los equipos de las aulas de la universidad		
Fuente	Cliente	Necesidad	Esencial
Prioridad	Alta	Claridad	Alta
Estabilidad	Estable	Verificabilidad	Alta
Pre-requisito	Ninguno		

Tabla 15.- Requisito de Usuario. (Requisito de Restricción 05)

3.2 Especificación de Casos de Uso

A partir del análisis de los requisitos de usuario, se pueden determinar el conjunto de casos de uso que representarán las interacciones y comunicaciones por parte de los usuarios con la aplicación. Para ello se mostrarán por un lado los casos de uso gráficamente mediante un diagrama para posteriormente mostrarlos en detalle con una descripción textual de los mismos.

3.2.1 Diagrama de Casos de Uso

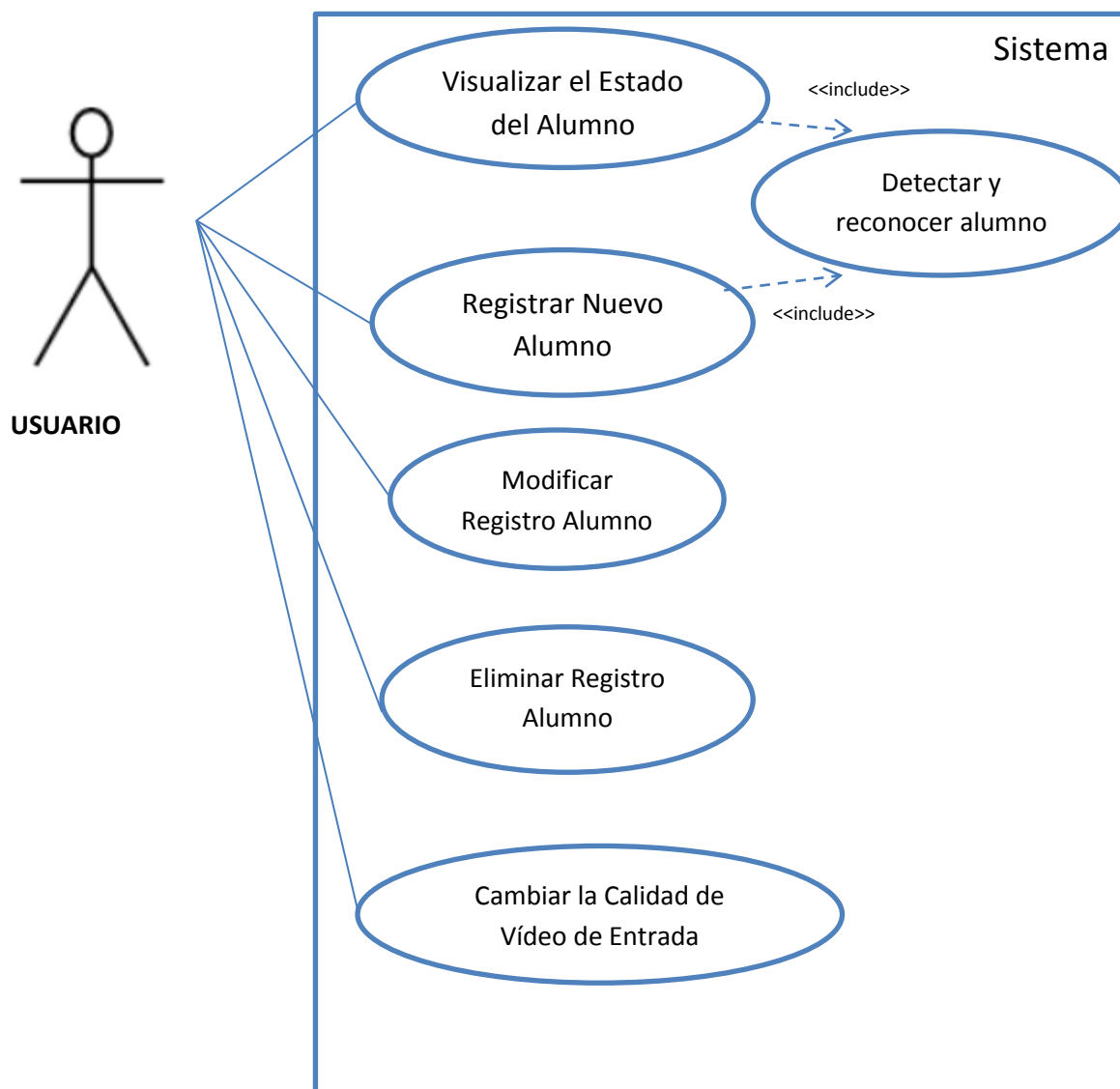


Ilustración 10.- Diagrama de Casos de Uso

3.2.2 Descripción textual de los Casos de Uso

Para describir textualmente cada uno de los casos de uso se empleará una tabla con los siguientes campos.

- Identificador: Permitirá reconocer el caso de uso unívocamente. Su estructura será la siguiente.

CU-<Número>

Dónde:

- <Número>: Será un valor de dos cifras que empezará en 01 y se irá incrementando en una unidad. (No se mantendrá la sucesión tras las modificaciones que puedan surgir).
- Nombre: Indicará brevemente la tarea del caso de uso.
- Actor: Indicará el tipo de usuario o usuarios que podrán realizar el caso de uso.
- Descripción: Destallará en que consiste el caso de uso y su objetivo.
- Precondiciones: Se indicarán las condiciones que deben de existir antes de poderse realizar el caso de uso.
- Flujo Normal: Indicará los pasos que se seguirán para realizar el caso de uso.
- Flujo Alternativo: Indicará los posibles flujos alternativo al flujo normal durante la realización del caso de uso y los pasos que sigue.
- Poscondiciones: Indicará las condiciones nuevas tras la realización de este caso de uso.

A continuación se muestra un ejemplo de la tabla de casos de uso

Identificador	CU-01
Nombre	
Actor	
Descripción	
Precondiciones	
Flujo Normal	
Flujo Alternativo	
Poscondiciones	

Tabla 16.- Ejemplo de Tabla textual de Caso de Uso

3.2.2.1 Tablas textuales de los casos de Uso

Identificador	CU-01
Nombre	Fragmento Detectar y reconocer alumno
Actor	Usuario
Descripción	Este fragmento de caso de uso que está incluido en el CU-02 y CU-03 hace referencia a la detección y reconocimiento del sistema
Precondiciones	La aplicación debe estar encendida
Flujo Normal	
<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario apunta con el campo de visión a los alumnos 2. El sistema detectará todas las caras de los alumnos y reconoce correctamente a los alumnos 	
Flujo Alternativo	
<ol style="list-style-type: none"> 3. El sistema detecta todas las caras de los alumnos y reconoce erróneamente a al menos un alumno 	
Poscondiciones	El sistema tienen detectado y reconocido a los alumnos del campo de visión

Tabla 17.- Tabla textual del Caso de Uso 01

Identificador	CU-02
Nombre	Visualizar el Estado del Alumno
Actor	Usuario
Descripción	Este caso de uso tiene como objetivo poder visualizar el estado de los alumnos que se encuentran en el campo de visión del usuario
Precondiciones	La aplicación debe estar encendida
Flujo Normal	
<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario presiona sobre el botón visualización 2. La aplicación inicia la visualización a pantalla completa en la otra salida del equipo 3-4.-Flujo de normal del fragmento detectar y reconocer alumno 5. El sistema muestra los modelos en tres dimensiones del estado de los alumnos 	
Flujo Alternativo	
<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario presiona sobre la pestaña archivo 2. La aplicación muestra un desplegable con las opciones Visualizar, Gestionar y Cerrar 3. El usuario presiona sobre la opción visualizar 4. La aplicación inicia la visualización a pantalla completa en la otra salida del equipo 5-6.-Flujo de normal del fragmento detectar y reconocer alumno 7. El sistema muestra los modelos en tres dimensiones del estado de los alumnos 	
Flujo Alternativo	
<ol style="list-style-type: none"> 1. El usuario presiona la combinación de teclas Control + V 2. La aplicación inicia la visualización a pantalla completa en la otra salida del equipo 3-4.-Flujo de normal del fragmento detectar y reconocer alumno 5. El sistema muestra los modelos en tres dimensiones del estado de los alumnos 	
Poscondiciones	El usuario puede ver el estado de los alumnos

Tabla 18.- Tabla textual del Caso de Uso 02

Identificador	CU-03
Nombre	Registrar Nuevo Alumno
Actor	Usuario
Descripción	Este caso de uso tiene como objetivo añadir un nuevo alumno al sistema para que pueda reconocerlo y muestre su estado
Precondiciones	La aplicación debe estar encendida
Flujo Normal	
1-2.- Flujo de alternativo del fragmento detectar y reconocer alumno	
3. El alumno pulsa sobre el recuadro del alumno no reconocido o reconocido de manera errónea.	
4. El sistema muestra una ventana donde introducir el número de identificación del alumno y el nombre	
5. El alumno rellena el número de identificación del alumno, el nombre y pulsar sobre aceptar	
6. La aplicación cierra la ventana de introducción de los datos del alumno y almacena el nombre y número de identificación del alumno en los registros del sistema	
Flujo Alternativo	
5. El alumno rellena el número de identificación del alumno y pulsar sobre aceptar	
6. La aplicación cierra la ventana de introducción de los datos del alumno y almacena número de identificación del alumno en los registros del sistema	
Flujo Alternativo (Cancelación de caso de uso)	
5. El usuario pulsa sobre cancelar	
6. La aplicación cierra la ventana de introducción de datos del alumno sin almacenar ningún registro de alumno en el sistema.	
Poscondiciones	El alumno es almacenado en el sistema para posteriores reconocimientos

Tabla 19.- Tabla textual del Caso de Uso 03

Identificador	CU-04
Nombre	Modificar Registro de un Alumno
Actor	Usuario
Descripción	Este caso de uso tiene como objetivo modificar los datos de un registro mal introducido en el sistema
Precondiciones	La aplicación debe estar encendida y debe de tener al menos un registro en el sistema

Flujo Normal

1. El usuario presiona sobre la pestaña archivo
2. La aplicación muestra un desplegable con las opciones Visualizar, Gestionar y Cerrar
3. El usuario selecciona la opción de Gestionar
4. El sistema muestra una ventana con un listado de alumnos registrados
5. El usuario selecciona el alumno que quiere modificar sus datos
6. El sistema muestra la información de ese registro mediante una foto y los campos de ese registro
7. El usuario modifica los campos de ese registro y pulsa sobre modificar
8. El sistema modifica la información del registro del alumno

Flujo Alternativo

1. El usuario pulsa la combinación de teclas Control + G
2. El sistema muestra una ventana con un listado de alumnos registrados
3. El usuario selecciona el alumno que quiere modificar sus datos
4. El sistema muestra la información de ese registro mediante una foto y los campos de ese registro
5. El usuario modifica los campos de ese registro y pulsa sobre modificar
6. El sistema modifica la información del registro del alumno

Flujo Alternativo (Cancelación de caso de uso)

1. El usuario presiona sobre la pestaña archivo
2. La aplicación muestra un desplegable con las opciones Visualizar, Gestionar y Cerrar
3. El usuario selecciona la opción de Gestionar
4. El sistema muestra una ventana con un listado de alumnos registrados
5. El usuario selecciona el alumno que quiere modificar sus datos
6. El sistema muestra la información de ese registro mediante una foto y los campos de ese registro
7. El usuario cierra la ventana

Flujo Alternativo (Cancelación de caso de uso)

1. El usuario pulsa la combinación de teclas Control + G
2. El sistema muestra una ventana con un listado de alumnos registrados
3. El usuario selecciona el alumno que quiere modificar sus datos
4. El sistema muestra la información de ese registro mediante una foto y los campos de ese registro
5. El usuario cierra la ventana

Poscondiciones	El registro del alumno se habrá modificado con los nuevos datos
-----------------------	---

Tabla 20.- Tabla textual del Caso de Uso 04

Identificador	CU-05
Nombre	Eliminar Registro de un Alumno
Actor	Usuario
Descripción	Este caso de uso tiene como objetivo eliminar un registro de un alumno que no se va a utilizar o no ha sido correctamente tomada la plantilla
Precondiciones	La aplicación debe estar encendida y debe de tener al menos un registro almacenado en el sistema

Flujo Normal

1. El usuario presiona sobre la pestaña archivo
2. La aplicación muestra un desplegable con las opciones Visualizar, Gestionar y Cerrar
3. El usuario selecciona la opción de Gestionar
4. El sistema muestra una ventana con un listado de alumnos registrados
5. El usuario selecciona el registro del alumno que quiere eliminar
6. El sistema muestra la información de ese registro mediante una foto y los campos de ese registro
7. El usuario modifica los campos de ese registro y pulsa sobre modificar
8. El sistema elimina la información del registro del alumno

Flujo Alternativo

1. El usuario pulsa la combinación de teclas Control + G
2. El sistema muestra una ventana con un listado de alumnos registrados
3. El usuario selecciona el registro del alumno que quiere eliminar
4. El sistema muestra la información de ese registro mediante una foto y los campos de ese registro
5. El usuario pulsa sobre eliminar
6. El sistema elimina la información del registro del alumno

Flujo Alternativo (Cancelación de caso de uso)

1. El usuario presiona sobre la pestaña archivo
2. La aplicación muestra un desplegable con las opciones Visualizar, Gestionar y Cerrar
3. El usuario selecciona la opción de Gestionar
4. El sistema muestra una ventana con un listado de alumnos registrados
5. El usuario selecciona el registro del alumno que quiere eliminar
6. El sistema muestra la información de ese registro mediante una foto y los campos de ese registro
7. El usuario cierra la ventana

Flujo Alternativo (Cancelación de caso de uso)

1. El usuario pulsa la combinación de teclas Control + G
2. El sistema muestra una ventana con un listado de alumnos registrados
3. El usuario selecciona el registro del alumno que quiere eliminar
4. El sistema muestra la información de ese registro mediante una foto y los campos de ese registro
5. El usuario cierra la ventana

Poscondiciones	El sistema elimina el registro del sistema
-----------------------	--

Tabla 21.- Tabla textual del Caso de Uso 05

Identificador	CU-06
Nombre	Cambiar la Calidad de Vídeo de Entrada
Actor	Usuario
Descripción	Este caso de uso tiene como objetivo modificar la calidad de entrada de vídeo para mejorar el rendimiento de la aplicación
Precondiciones	La aplicación debe estar encendida
Flujo Normal	
	1. El usuario modifica la posición del Slider de la ventana principal
	2. El sistema modifica la resolución de entrada de vídeo
Flujo Alternativo	
Ninguno	
Poscondiciones	El sistema modificará la resolución de la entrada de vídeo

Tabla 22.- Tabla textual del Caso de Uso 06

3.3 Especificación de Requisitos de Software

Tras el análisis de los requisitos de usuario y los requisitos de software se detalla en un nivel de abstracción más bajo la funcionalidad que se espera del sistema mediante los requisitos de software.

Los requisitos de software se dividen en dos tipos:

- Requisitos funcionales: Estos requisitos describen lo que el sistema han de poder hacer o capaz de realizar a en la entrega de este.
- Requisitos no funcionales: Especifica algunas propiedades de las capacidades de las que dispone la aplicación como la disponibilidad, el testeo, el rendimiento, la calidad...

Para describir cada uno de los requisitos se empleará una tabla con los siguientes campos:

- Identificador: Permitirá reconocer a cada requisito de manera unívoca. Este campo seguirá la siguiente nomenclatura.

RS<Tipo>-<Número>

Dónde:

- <Tipo>: Podrá tomar los siguientes valores de:
 - F: Para indicar que se trata de un requisito de software funcional.
 - NF: Para indicar que se trata de un requisito de software no funcional.
- <Número>: Será un número de dos cifras que empezará desde el valor 01 y ser irá incrementado en una unidad (Tras las modificaciones de los requisitos no se asegurará la sucesión de los números).
- Nombre: Indicará de manera breve el objetivo del requisito.

- Descripción: Especificará más detalladamente y de manera completa el requisito.
- Fuente: Indicará la persona que ha solicitado este requisito o de donde proviene
- Necesidad: Reflejará el nivel de importancia de realizar el requisito mediante los valores de Opcional, Deseable y Esencial
- Prioridad: Reflejará el nivel de importancia de importancia del requisito mediante los valores Bajo, Medio y Alto.
- Claridad: Especificará el nivel de explicación o comprensión que tiene el requisito.
- Estabilidad: Indicará la estabilidad que tendrá este requisito con los demás requisitos. El valor de este campo será Estable o Inestable. Si algún requisito no es inestable se podrá identificar una incoherencia entre requisitos.
- Verificabilidad: Indicará el nivel de comprobación que tiene el requisito para demostrar si se cumple o no se cumple.
- Pre-requisito: Indicará los requisitos necesarios para poder cumplir este requisito. En este campos aparecerán los identificadores de los requisitos necesarios

A continuación se muestra un ejemplo de la tabla que contendrá los requisitos de software.

RSF-01			
Nombre			
Descripción			
Fuente		Necesidad	
Prioridad		Claridad	
Estabilidad		Verificabilidad	
Pre-requisito			

Tabla 23.- Ejemplo Tabla de Requisito de Software

3.3.1 Requisitos Funcionales

RSF-01			
Nombre	Estado de los alumnos		
Descripción	El sistema podrá mostrar el estado de los alumnos de clase		
Fuente	Cliente	Necesidad	Esencial
Prioridad	Alta	Claridad	Alta
Estabilidad	Estable	Verificabilidad	Alta
Pre-requisito	Ninguno		

Tabla 24.- Requisito de Software. (Requisito Funcional 01)

RSF-02			
Nombre	Gafas de Realidad Aumentada		
Descripción	El sistema tendrá la funcionalidad de poderse utilizar con gafas de realidad aumentada		
Fuente	Cliente	Necesidad	Esencial
Prioridad	Alta	Claridad	Alta
Estabilidad	Estable	Verificabilidad	Alta
Pre-requisito	Ninguno		

Tabla 25.- Requisito de Software. (Requisito Funcional 02)

RSF-03			
Nombre	Detectar alumnos		
Descripción	El sistema tendrá la funcionalidad de detectar a los alumnos		
Fuente	Cliente	Necesidad	Esencial
Prioridad	Alta	Claridad	Alta
Estabilidad	Estable	Verificabilidad	Alta
Pre-requisito	Ninguno		

Tabla 26.- Requisito de Software. (Requisito Funcional 03)

RSF-04			
Nombre	Reconocer alumnos		
Descripción	El sistema tendrá la funcionalidad de reconocer a los alumnos		
Fuente	Cliente	Necesidad	Esencial
Prioridad	Alta	Claridad	Alta
Estabilidad	Estable	Verificabilidad	Alta
Pre-requisito	Ninguno		

Tabla 27.- Requisito de Software. (Requisito Funcional 04)

RSF-05			
Nombre	Registro alumnos		
Descripción	<p>El sistema tendrá la funcionalidad de almacenar registros de alumnos con los siguientes campos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificación del registro • Número de Identificación del Alumno • El nombre del alumno (Opcional) • Fecha de Creación • Fecha de Modificación • Marcador o Imagen del alumno 		
Fuente	Cliente	Necesidad	Esencial
Prioridad	Alta	Claridad	Alta
Estabilidad	Estable	Verificabilidad	Alta
Pre-requisito	Ninguno		

Tabla 28.- Requisito de Software. (Requisito Funcional 05)

RSF-06			
Nombre	Registrar alumnos		
Descripción	El sistema tendrá la funcionalidad de poder registrar a nuevos alumnos		
Fuente	Cliente	Necesidad	Esencial
Prioridad	Media	Claridad	Media
Estabilidad	Estable	Verificabilidad	Alta
Pre-requisito	Ninguno		

Tabla 29.- Requisito de Software. (Requisito Funcional 06)

RSF-07			
Nombre	Modificar Registros de Alumnos		
Descripción	El sistema tendrá la funcionalidad de poder modificar los siguientes datos de los alumnos registrado en el sistema: <ul style="list-style-type: none"> Nombre del Alumno Número de Identificación del Alumno 		
Fuente	Cliente	Necesidad	Esencial
Prioridad	Media	Claridad	Media
Estabilidad	Estable	Verificabilidad	Alta
Pre-requisito	Ninguno		

Tabla 30.- Requisito de Software. (Requisito Funcional 07)

RSF-08			
Nombre	Eliminar Registros de Alumnos		
Descripción	El sistema tendrá la funcionalidad de poder eliminar los registros almacenados en el sistema		
Fuente	Cliente	Necesidad	Esencial
Prioridad	Media	Claridad	Media
Estabilidad	Estable	Verificabilidad	Alta
Pre-requisito	Ninguno		

Tabla 31.- Requisito de Software. (Requisito Funcional 08)

RSF-09			
Nombre	Comunicación		
Descripción	El sistema tendrá la funcionalidad de poderse integrar y comunicar con el resto de aplicación del proyecto		
Fuente	Cliente	Necesidad	Esencial
Prioridad	Media	Claridad	Media
Estabilidad	Estable	Verificabilidad	Alta
Pre-requisito	Ninguno		

Tabla 32.- Requisito de Software. (Requisito Funcional 09)

RSF-10			
Nombre	Calidad de Vídeo		
Descripción	El sistema tendrá la funcionalidad de poder modificar la calidad de vídeo de entrada.		
Fuente	Jefe de Proyecto	Necesidad	Opcional
Prioridad	Baja	Claridad	Media
Estabilidad	Estable	Verificabilidad	Alta
Pre-requisito	Ninguno		

Tabla 33.- Requisito de Software. (Requisito Funcional 10)

3.3.2 Requisitos No Funcionales

Los requisitos de software no funcionales se pueden dividir en diferentes grupos según características: rendimiento, disponibilidad, seguridad, accesibilidad, operatividad... En este documento se presentarán clasificados.

3.3.2.1 Portabilidad

RSNF-01			
Nombre	Sistema Operativo de ejecución		
Descripción	La aplicación funcionará sobre la máquina virtual de Microsoft Framework 4.0		
Fuente	Cliente y Jefe de proyecto	Necesidad	Deseable
Prioridad	Media	Claridad	Alta
Estabilidad	Estable	Verificabilidad	Alta
Pre-requisito	Ninguno		

Tabla 34.- Requisito de Software. (Requisito No Funcional 01)

3.3.2.2 Operatividad

RSNF-03			
Nombre	Reconocimiento		
Descripción	El sistema reconocerá a los alumnos por reconocimiento facial		
Fuente	Cliente y Jefe de Proyecto	Necesidad	Esencial
Prioridad	Alta	Claridad	Alta
Estabilidad	Estable	Verificabilidad	Alta
Pre-requisito	Ninguno		

Tabla 35.- Requisito de Software. (Requisito No Funcional 03)

3.3.2.3 Interoperabilidad

RSNF-04			
Nombre	Medio de Comunicación		
Descripción	El sistema hará uso de socket para la comunicación con las demás aplicaciones del proyecto de investigación		
Fuente	Cliente y Jefe de Proyecto	Necesidad	Deseable
Prioridad	Baja	Claridad	Media
Estabilidad	Estable	Verificabilidad	Alta
Pre-requisito	Ninguno		

Tabla 36.- Requisito de Software. (Requisito No Funcional 04)

RSNF-05			
Nombre	Puerto de Comunicación		
Descripción	El sistema utilizará el puerto 27290		
Fuente	Jefe de Proyecto	Necesidad	Deseable
Prioridad	Baja	Claridad	Media
Estabilidad	Estable	Verificabilidad	Alta
Pre-requisito	Ninguno		

Tabla 37.- Requisito de Software. (Requisito No Funcional 05)

RSNF-06			
Nombre	Comunicación		
Descripción	El sistema obtendrá de las demás aplicaciones la identificación de la <i>Lecture</i> o clase y la identificación de la actividad mediante un entero		
Fuente	Jefe de Proyecto	Necesidad	Deseable
Prioridad	Baja	Claridad	Media
Estabilidad	Estable	Verificabilidad	Alta
Pre-requisito	Ninguno		

Tabla 38.- Requisito de Software. (Requisito No Funcional 06)

RSNF-07			
Nombre	Comunicación		
Descripción	Para la comunicación de número entero se utilizará la codificación Big-Endian		
Fuente	Jefe de Proyecto	Necesidad	Deseable
Prioridad	Baja	Claridad	Media
Estabilidad	Estable	Verificabilidad	Alta
Pre-requisito	Ninguno		

Tabla 39.- Requisito de Software. (Requisito No Funcional 07)

RSNF-08			
Nombre	Comunicación Estado		
Descripción	El estado del alumno el sistema lo recibirá de un servidor		
Fuente	Jefe de Proyecto	Necesidad	Deseable
Prioridad	Baja	Claridad	Media
Estabilidad	Estable	Verificabilidad	Alta
Pre-requisito	Ninguno		

Tabla 40.- Requisito de Software. (Requisito No Funcional 08)

3.3.2.4 Interfaz

RSNF-02			
Nombre	Gafas de realidad aumentada		
Descripción	El sistema hará uso de la realidad aumentada para la comunicación del estado de los alumnos al usuario		
Fuente	Cliente	Necesidad	Esencial
Prioridad	Alta	Claridad	Alta
Estabilidad	Estable	Verificabilidad	Alta
Pre-requisito	Ninguno		

Tabla 41.- Requisito de Software. (Requisito No Funcional 02)

RSNF-09			
Nombre	Elementos Visuales del Estado		
Descripción	El estado de los alumnos se mostrará mediante modelos en tres dimensiones		
Fuente	Cliente	Necesidad	Esencial
Prioridad	Alta	Claridad	Alta
Estabilidad	Estable	Verificabilidad	Alta
Pre-requisito	Ninguno		

Tabla 42.- Requisito de Software. (Requisito No Funcional 09)

RSNF-10			
Nombre	Campos creación de registro		
Descripción	Los campos para la creación de un registro de un alumno serán: <ul style="list-style-type: none"> • Un inputtext para el nombre • Un inputtext para el código de identificación de alumno 		
Fuente	Jefe de Proyecto	Necesidad	Deseable
Prioridad	Baja	Claridad	Media
Estabilidad	Estable	Verificabilidad	Alta
Pre-requisito	Ninguno		

Tabla 43.- Requisito de Software. (Requisito No Funcional 10)

RSNF-11			
Nombre	Campos modificación de registro		
Descripción	Los campos para la modificación de un registro de un alumno serán: <ul style="list-style-type: none"> • Un inputtext para el nombre • Un inputtext para el código de identificación de alumno 		
Fuente	Jefe de Proyecto	Necesidad	Deseable
Prioridad	Baja	Claridad	Media
Estabilidad	Estable	Verificabilidad	Alta
Pre-requisito	Ninguno		

Tabla 44.- Requisito de Software. (Requisito No Funcional 11)

RSNF-12			
Nombre	Distribución de los componente		
Descripción	Los componentes de la aplicación estarán distribuidos mediante posiciones relativas en la ventana		
Fuente	Jefe de Proyecto	Necesidad	Opcional
Prioridad	Media	Claridad	Media
Estabilidad	Estable	Verificabilidad	Alta
Pre-requisito	Ninguno		

Tabla 45.- Requisito de Software. (Requisito No Funcional 12)

3.3.2.5 Usabilidad

RSNF-13			
Nombre	Facilidad de Uso		
Descripción	Las tareas de la aplicación se harán en 5 pasos o menos		
Fuente	Jefe de Proyecto	Necesidad	Opcional
Prioridad	Media	Claridad	Media
Estabilidad	Estable	Verificabilidad	Alta
Pre-requisito	Ninguno		

Tabla 46.- Requisito de Software. (Requisito No Funcional 13)

3.3.2.6 Rendimiento

RSNF-14			
Nombre	Rendimiento		
Descripción	Las diferentes resoluciones para cambiar la calidad de vídeo y por tanto el rendimiento serán: <ul style="list-style-type: none"> • QVGA: Cuarta parte de la resolución de VGA (320x240) • HVGA: Mitad de la resolución de VGA (480x360) • VGA: Resolución VGA (640x480) (0,3 Mpx) • HD720: Resolución de 720 líneas (1280x720) (1 Mpx) • HD1080: Resolución de 1080 líneas (1920x1080) (2Mpx) • QXVGA: Resolución de 3 Megapíxeles de vídeo. 		
Fuente	Jefe de Proyecto	Necesidad	Opcional
Prioridad	Media	Claridad	Media
Estabilidad	Estable	Verificabilidad	Alta
Pre-requisito	Ninguno		

Tabla 47.- Requisito de Software. (Requisito No Funcional 14)

3.4 Matrices de Trazabilidad

Tras la realización de los casos de uso y requisitos de software una manera sencilla de comprobar su coherencia con los requisitos indicados por el usuario es mediante matrices de trazabilidad. A continuación mediante matrices de trazabilidad se comprobará la coherencia de los requisitos de usuario frente a los casos de uso, los requisitos de usuario frente a los requisitos de software funcional y los requisitos de usuario frente a los requisitos de software no funcional.

3.4.1 Matriz de trazabilidad entre requisitos de usuario y casos de uso

REQUISITOS DE USUARIO	CASOS DE USO					
REQUISTIOS DE CAPACIDAD	CU-01	CU-02	CU-03	CU-04	CU-05	CU-06
RUC-01	X	X				
RUC-02		X				
RUC-03	X	X	X			
RUC-04			X	X	X	
RUC-05	X		X			
RUC-06		X				
RUC-07						X
RUC-08				X		
RUC-09					X	
REQUISITOS DE RESTRICCIÓN	CU-01	CU-02	CU-03	CU-04	CU-05	CU-06
RUR-01		X				
RUR-02	X	X	X			
RUR-03		X				
RUR-04		X				
RUR-05	No aplicable					

Tabla 48.- Matriz de Trazabilidad Requisitos de Usuario frente a Casos de Uso

3.4.2 Matriz de trazabilidad entre requisitos de usuario y requisitos de software funcionales

REQUISITOS DE USUARIO	REQUISITOS DE SOFTWARE FUNCIONAL									
REQUISITOS DE CAPACIDAD	RSF-01	RSF-02	RSF-03	RSF-04	RSF-05	RSF-06	RSF-07	RSF-08	RSF-09	RSF-10
RUC-01	X									
RUC-02		X								
RUC-03			X	X						
RUC-04					X					
RUC-05						X				
RUC-06							X			
RUC-07								X		
RUC-08									X	
RUC-09										X
REQUISITOS DE RESTRICCIÓN	RSF-01	RSF-02	RSF-03	RSF-04	RSF-05	RSF-06	RSF-07	RSF-08	RSF-09	RSF-10
RUR-01		X								
RUR-02			X	X						
RUR-03									X	
RUR-04		X								
RUR-05	No Aplicable									

Tabla 49.- Matriz de Trazabilidad Requisitos de Usuario frente a Requisitos de Software Funcional

3.4.3 Matriz de trazabilidad entre requisitos de usuario y requisitos de software no funcional

REQUISITOS DE USUARIO	REQUISITOS DE SOFTWARE FUNCIONAL													
REQUISITOS DE CAPACIDAD	RSNF-01	RSNF-02	RSNF-03	RSNF-04	RSNF-05	RSNF-06	RSNF-07	RSNF-08	RSNF-09	RSNF-10	RSNF-11	RSNF-12	RSNF-13	RSNF-14
RUC-01		X												
RUC-02		X												
RUC-03			X											
RUC-04														
RUC-05										X				
RUC-06				X	X	X	X	X						
RUC-07														X
RUC-08											X			
RUC-09														
REQUISITOS DE RESTRICCIÓN	RSNF-01	RSNF-02	RSNF-03	RSNF-04	RSNF-05	RSNF-06	RSNF-07	RSNF-08	RSNF-09	RSNF-10	RSNF-11	RSNF-12	RSNF-13	RSNF-14
RUR-01														
RUR-02														
RUR-03														
RUR-04									X					
RUR-05	X													

Tabla 50.- Matriz de Trazabilidad Requisitos Usuario frente a Requisitos de Software No Funcional

3.4.4 Matriz de trazabilidad entre requisitos de software y casos de uso

REQUISITOS DE SOFTWARE	CASOS DE USO					
REQUISITOS FUNCIONALES	CU-01	CU-02	CU-03	CU-04	CU-05	CU-06
RSF-01		X				
RSF-02		X				
RSF-03	X	X	X			
RSF-04	X	X	X			
RSF-05			X	X	X	
RSF-06			X			
RSF-07				X		
RSF-08					X	
RSF-09		X				
RSF-10						X
REQUISITOS NO FUNCIONALES	CU-01	CU-02	CU-03	CU-04	CU-05	CU-06
RSNF-01	No Aplicable					
RSNF-02		X				
RSNF-03		X	X			
RSNF-04		X				
RSNF-05		X				
RSNF-06		X				
RSNF-07		X				
RSNF-08		X				
RSNF-09		X				
RSNF-10			X			
RSNF-11				X		
RSNF-12	X	X	X	X	X	X
RSNF-13	X	X	X	X	X	X
RSNF-14						X

Tabla 51.- Matriz de Trazabilidad Requisitos de Software frente a Casos de Uso

4 Diseño

Una vez comprobada la coherencia de todos los requisitos y casos de uso en la siguiente etapa se pasará a describir el diseño de la aplicación. Para ello en la primera fase se describirá el entorno donde se integrará la aplicación para poder comprender en los siguientes apartados con qué otras aplicaciones se comunicará nuestra aplicación. En la segunda fase se presentará la arquitectura software presentándose el patrón de diseño que seguirá la aplicación. Tras este paso, se describirá cada uno de los componentes de la aplicación para posteriormente realizar la matriz de trazabilidad con el fin de asegurar que se encuentran todas las funcionalidades incluidas en los componentes. Por último se presentará un prototipo de baja fidelidad con el objetivo de mostrar al cliente cómo será la aplicación para reducir o eliminar las disconformidades y cambios en las futuras fases.

4.1 Contexto del sistema

Como se ha indicado anteriormente en los objetivos este proyecto se encuentra enmarcado dentro de un proyecto de investigación que tiene como objetivo el diseño de una aplicación que permita al docente visualizar mediante la realidad aumentada el estado de si los alumnos o el resultado de la actividad que están realizando.

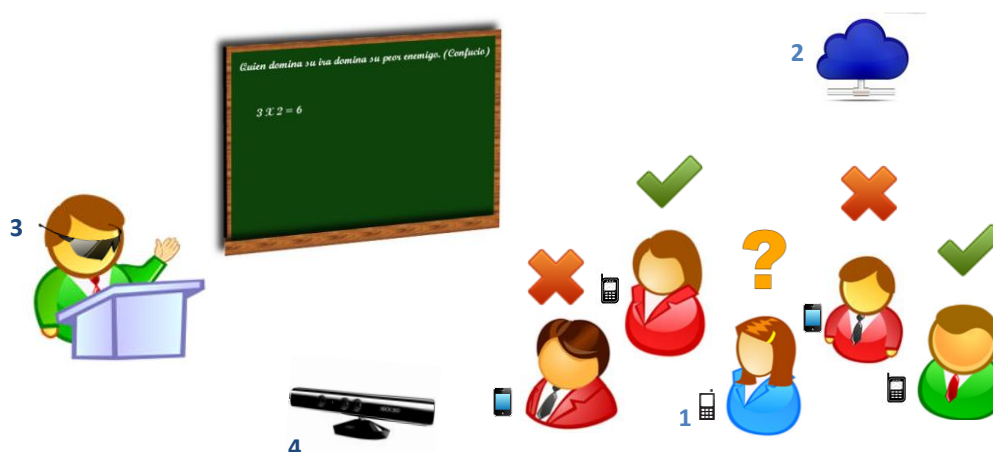


Ilustración 11.- Entorno de la aplicación

Este proyecto de investigación se encuentra dividido en cuatro proyectos con los que se han de comunicar para el correcto funcionamiento.

- Aplicación de Móvil
 - Este proyecto tiene como objetivo el diseño de una aplicación en Android o iOS que permite a los alumnos de la clase indicar si se están enterado o no o indiquen el resultado de la pregunta realizada por el profesor.
- Aplicación Web
 - Este proyecto tiene como objetivo el almacenamiento de los estados y resultados de los alumnos para un posterior análisis de la evolución de los alumnos o de la clase.

- Aplicación Realidad Aumentada
 - Este es el proyecto que se desarrolla en este documento. Su objetivo es el reconocimiento de los alumnos y la visualización del estado de los alumnos almacenados en la aplicación Web mediante unas gafas de realidad aumentada.
- Aplicación *Kinect*
 - Este proyecto tiene como objetivo el manejo del transcurso de las actividades de la clase y los modos de visualización de la realidad aumentada. De tal manera que el docente tan solo mediante unos simples gestos sea capaz de cambiar la actividad que está realizado o los modos de visualización de los alumnos como poder ver el nombre.

4.2 Arquitectura Software

Windows Presentation Foundation es una tecnología que permite el desarrollo tanto de aplicaciones de escritorio como aplicaciones web tomando las características de ambos tipos. Entre sus características destaca la separación de la interfaz mediante un lenguaje de marcada XAML, derivado del XML, y la renderización de parte de los elementos de la interfaz utilizando la GPU.

Junto al desarrollo de esta tecnología se ha hecho uso de un patrón de diseño que encaja perfectamente con esta tecnología denominado *Model-View-ViewModel* (MVVM). Que consigue separar la vista (*View*) de la lógica de negocio (*ViewModel*) y del modelo de datos (*Model*) y la lógica de negocio del modelo de datos.

Cada una de estas capas tiene un objetivo dentro del patrón.

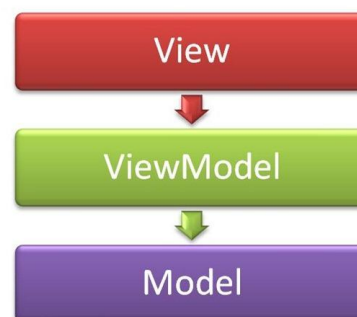


Ilustración 12.- Capas del patrón MVVM

4.2.1 Model

Esta capa se encarga de representar la información con el cual opera la aplicación. Los ficheros de esta capa no implementan ningún tipo de lógica.

Estos ficheros suelen tener uno o varios constructores, unos métodos privados y unos métodos públicos para el acceso y modificación de estos atributos.

4.2.2 ViewModel

Esta capa se encarga de la lógica de negocio de la aplicación. Hace uso del modelo para la ejecución de la lógica sobre los objetos y datos dejando toda la información inicial o resultante como variables públicas.

4.2.3 View

Esta capa se encarga únicamente de la presentación de la información. Para definir esta capa se emplea el lenguaje de marcado XAML definiéndose una jerarquía lógica de componentes que se traduce en una jerarquía visual. Hay que destacar que también es posible definir la jerarquía lógica de elementos de manera programática.

A continuación se muestra este ejemplo de interfaz en WPF.

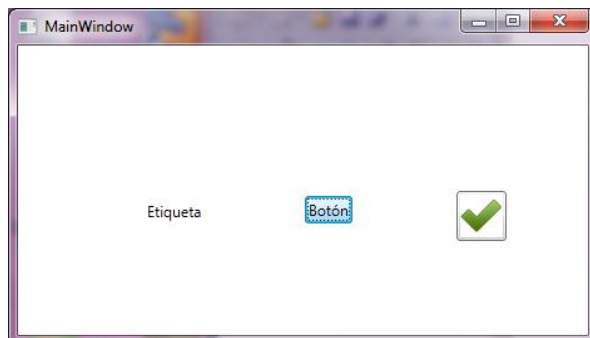


Ilustración 13.- Ejemplo de Interfaz en WPF

Este ejemplo de ventana en WPF está formado por un *Layout* de tipo *Canvas* que contiene una etiqueta, un botón y un botón con una imagen en su interior. La figura 14 muestra la jerarquía lógica que habría que implementar en para obtener una aplicación parecida. En cualquier caso, internamente Windows por debajo genera el árbol visual de elementos que servirá para visualizar los elementos como se puede ver en la ilustración 15. La diferencia frente al otro es que define con más detalle los elementos pudiéndose ver que los botones o las etiquetas es una composición del elementos más sencillos como son texto o bordes.

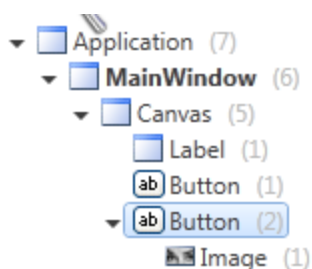


Ilustración 14.- Jerarquía de la aplicación de la ilustración 13

Aun así si el usuario requiere modificar la jerarquía o árbol visual de un elemento es posible con este *framework* modificando los estilos o las plantillas. Esto hace de *Windows Presentation Foundation* un *framework* que permite el total control y modificación de la interfaz.

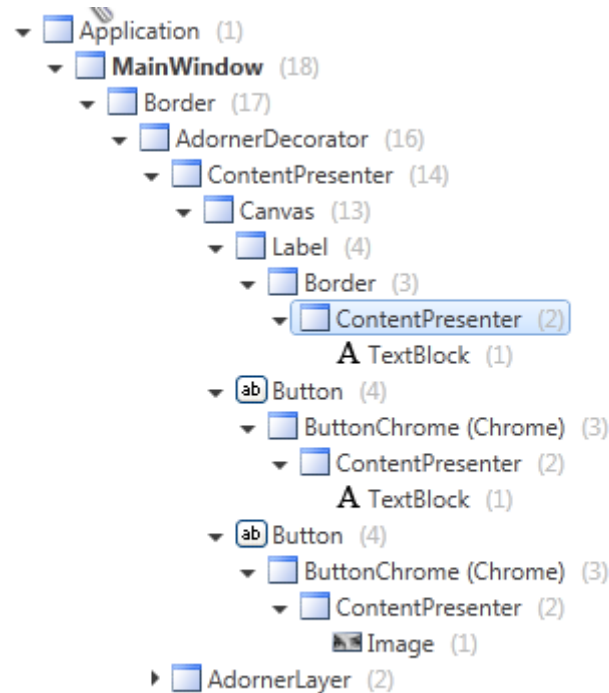


Ilustración 15.- Jerarquía Visual de la aplicación de la ilustración 13

4.2.4 Comunicación

Para la comunicación entre las capas se utilizan *Bindings* y Notificaciones.

- Los *Binding* son un tipo de enlace que se realiza desde los componentes del View para enlazar datos con el *ViewModel*. Cuando un componente de la vista realiza un binding en tiempo de ejecución el *framework* buscará el primer padre del componente con la propiedad *DataContext* que le indicará el *ViewModel* al que se desea acceder. Existe cuatro tipos de modo de enlaces:
 - *OneTime*: Este modo de enlace solo permite una sola lectura del *ViewModel* al View.
 - *OneWay*: Este modo de enlace solo permite la comunicación de datos del *ViewModel* al View.
 - *OneWayToSource*: Este modo de enlace solo permite la comunicación de datos del View al *ViewModel*.
 - *TwoWay*: Este modo de enlace permite la comunicación de datos en las dos direcciones entre el View y el *ViewModel*.
- Las notificaciones son un tipo de comunicación de la capa del *Model* y del *ViewModel* al View. Esta comunicación permite indicar a la vista que tiene que actualizar los datos enlazados con los *binding* permitiendo actualizaciones asíncronas de la interfaz.

Por último hay que destacar que hay otro tipo de comunicación que son los comandos. Los comandos son un tipo de *binding* que permite la ejecución de acciones o métodos desde la Vista a la VistaModelo.

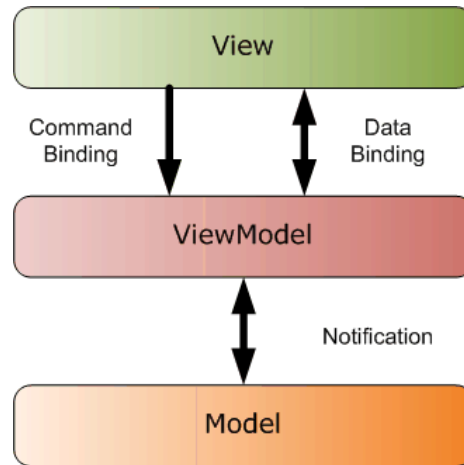


Ilustración 16 – Comunicación entre las capas del patrón de diseño MVVM

4.2.5 Pruebas

Otras de las ventajas que presenta este *framework* con la separación de las capas es que permite el desarrollo separado de la aplicación, por un lado la interfaz y por el otro la lógica de negocio, de tal modo que además esta última puede realizarse pruebas automáticas para verificar su correcta implementación.

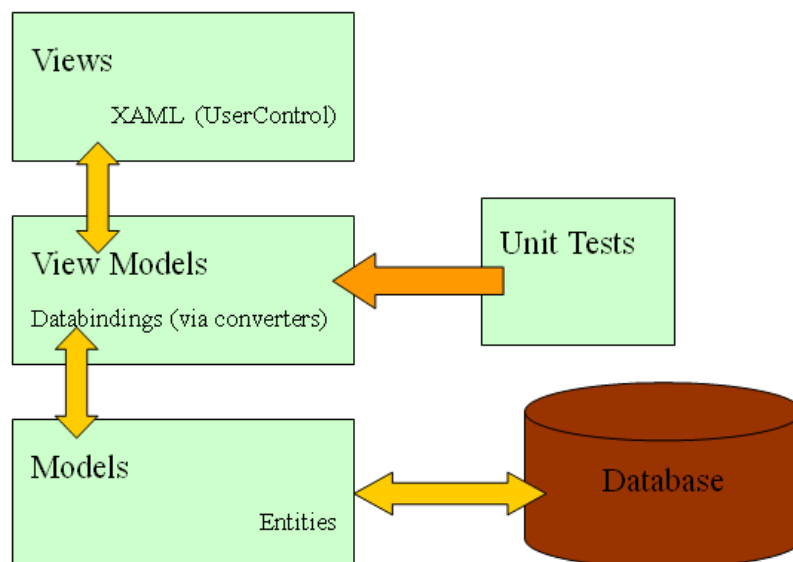


Ilustración 17 – Esquema de pruebas de una aplicación con el patrón de diseño MVVM

4.3 Arquitectura del Sistema

Una vez identificado el entorno donde se integrará la aplicación a continuación, en este punto, se mostrará la arquitectura de la aplicación indicándose la sucesión de componentes que serán utilizados para el correcto funcionamiento.

La ejecución normal de la aplicación seguirá las siguientes cuatro fases:

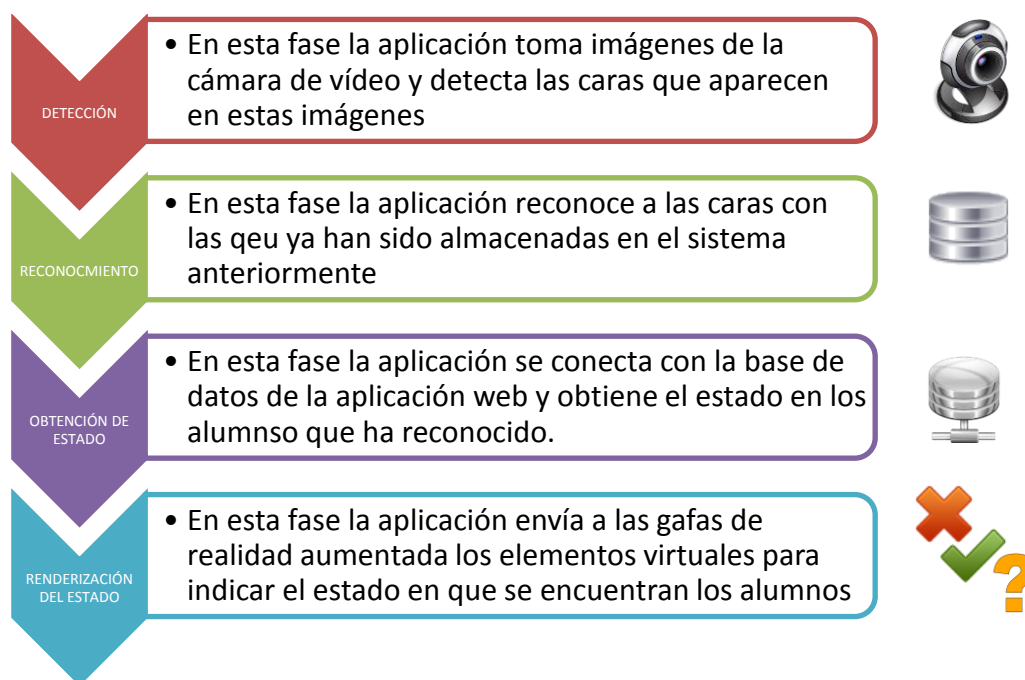


Ilustración 18 – Fases de la ejecución de la aplicación

Tal y como se muestra en la figura 19 la aplicación se encuentra compuesta por los siguientes módulos: módulo de captura de video, módulo de detección, módulo de reconocimiento, módulo de recuperación de estados, módulo de comunicación, módulo de base de datos externa, módulo de generación de representaciones, módulo de posicionamiento gráfico y módulo de interfaz .

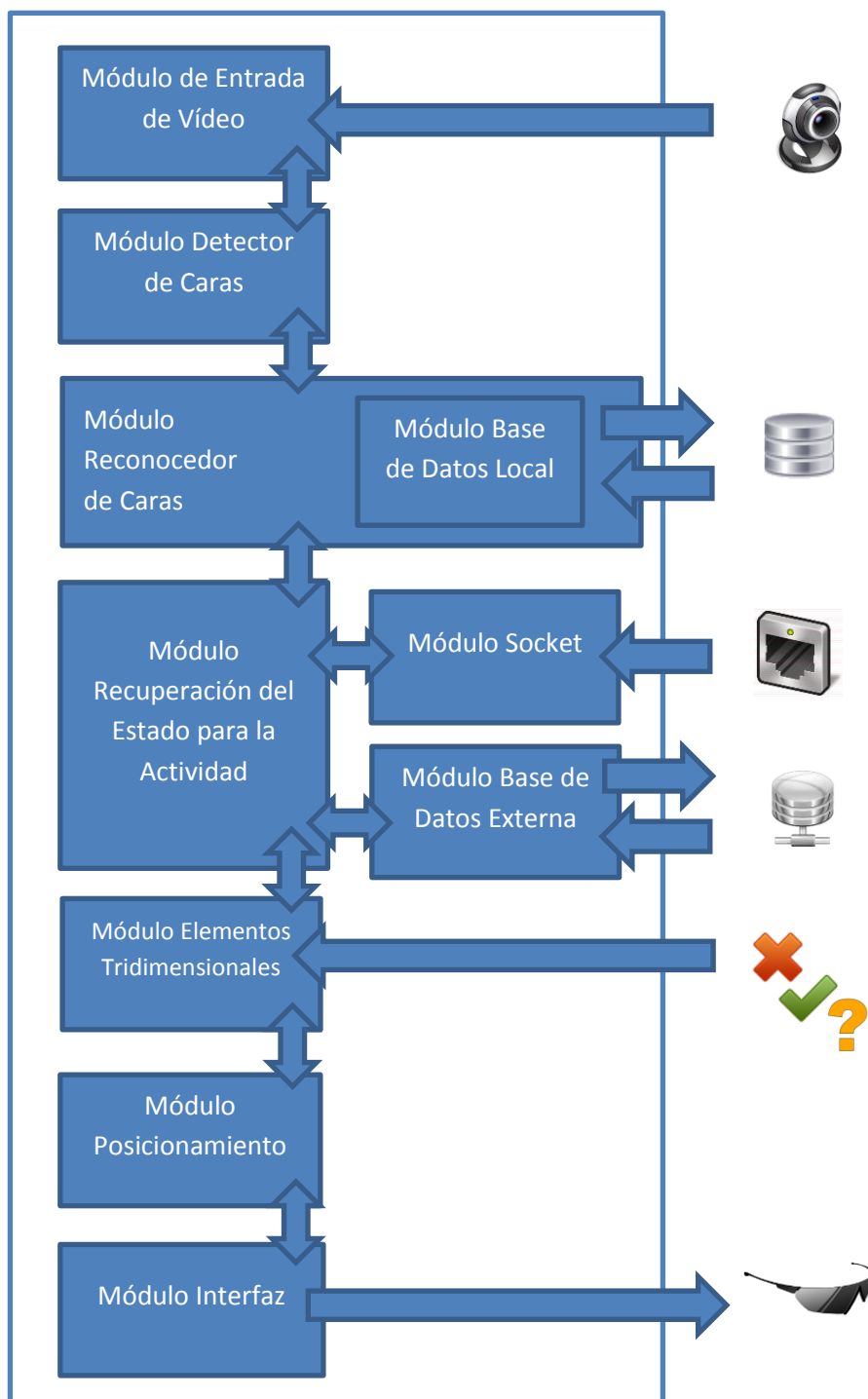


Ilustración 19 – Módulos de la aplicación

4.4 Especificación del diseño de componentes

Para sintetizar en más detalle la arquitectura del sistema en este punto se detallarán los componentes que forman la aplicación en forma de tablas. Estas tablas contendrán los siguientes campos:

- **Identificador:** Permitirá reconocer a cada componente de la aplicación de manera unívoca. Este campo seguirá la siguiente nomenclatura.

CO-<Número>

Dónde:

- **<Número>:** Será un número de dos cifras que empezará desde el valor 01 y se irá incrementando en una unidad (Tras las modificaciones de los componentes no se asegurará la sucesión de los números).
- **Nombre:** Indicará de manera breve el objetivo del componente.
- **Tipo:** Indicará el nivel al que se encuentra el componente.
- **Propósito:** Especificará los requisitos de software cuya funcionalidad estará implementada en el componente
- **Función:** Especificará de manera detalladamente y completa la funcionalidad componente.
- **Relacionados:** Especificará los componentes con los que estará relacionado componente actual de manera directa.
- **Subordinados:** Especificará los componentes en los que se dividirá el componente actual.

A continuación se muestra un ejemplo de la tabla que contendrá los componentes del sistema.

CO-01	
Nombre	
Tipo	
Propósito	
Función	
Relacionados	
Subordinados	

Tabla 52.- Tabla de ejemplo de un Componente del Sistema

4.4.1 Componente del Sistema

CO-01	
Nombre	Entrada de Vídeo
Tipo	Módulo
Propósito	RSF-10
Función	Este componente tiene como función transformar la entrada de vídeo según la calidad especificada. Con el objetivo de poder cambiar el rendimiento de la aplicación
Relacionados	CO-02 (Detector de Caras)
Subordinados	Ninguno

Tabla 53.- Componente del Sistema 01

CO-02	
Nombre	Detector de Cara
Tipo	Módulo
Propósito	RSF-03
Función	Este componente tiene como función la detección facial de los alumnos que se encuentran dentro del campo de visión.
Relacionados	CO-01 (Entrada de Vídeo) CO-04 (Reconocedor de Caras)
Subordinados	Ninguno

Tabla 54.- Componente del Sistema 02

CO-03	
Nombre	Base de Datos Local
Tipo	Sub-módulo
Propósito	RSF-05 RSF-06 RSF-07 RSF-08
Función	Este componente tiene como función la gestión de los registros de los alumnos registrados en el sistema.
Relacionados	C0-04 (Reconocedor de Caras)
Subordinados	Ninguno

Tabla 55.- Componente del Sistema 03

CO-04	
Nombre	Reconocedor de Caras
Tipo	Módulo
Propósito	RSF-04
Función	Este componente tiene como función el reconocimiento de las caras de los alumnos que han sido detectados en otro módulo
Relacionados	C0-02
Subordinados	C0-03 (Base de Datos Local)

Tabla 56.- Componente del Sistema 04

CO-05	
Nombre	Socket
Tipo	Módulo
Propósito	RSF-09
Función	Este componente tiene como función la comunicación con el proyecto de control de la aplicación para conocer la actividad actual y la lección o clase que se está impartiendo.
Relacionados	C0-07 (Recuperación del estado para la Actividad)
Subordinados	Ninguno

Tabla 57.- Componente del Sistema 05

CO-06	
Nombre	Base de Datos Externa
Tipo	Módulo
Propósito	RSF-09
Función	Este componente tiene como función la comunicación con la base de datos externa gestionada por el proyecto de Aplicación Web.
Relacionados	CO-07 (Recuperación del estado para la Actividad)
Subordinados	Ninguno

Tabla 58.- Componente del Sistema 06

CO-07	
Nombre	Recuperación del Estado para la Actividad
Tipo	Módulo
Propósito	RSF-01
Función	Este componente tiene como función resolver el estado de los alumnos una vez que se conoce por parte de otros módulos la lección, actividad, alumno y estado del alumno.
Relacionados	CO-06 CO-05 CO-04
Subordinados	Ninguno

Tabla 59.- Componente del Sistema 07

CO-08	
Nombre	Elementos Tridimensionales
Tipo	Módulo
Propósito	RSF-01
Función	Este componente tiene como función obtener las figuras tridimensionales que representarán los estados de los alumnos
Relacionados	CO-07
Subordinados	Ninguno

Tabla 60.- Componente del Sistema 08

CO-09	
Nombre	Posicionamiento Elementos Tridimensionales
Tipo	Módulo
Propósito	RSF-01
Función	Este componente tiene como función resolver la posición en la que se debe de situar los elementos tridimensionales.
Relacionados	CO-08
Subordinados	Ninguno

Tabla 61.- Componente del Sistema 09

CO-10	
Nombre	Interfaz
Tipo	Módulo
Propósito	RSF-01 RSF-02
Función	Este componente tiene como objetivo la renderización de los elementos virtuales para su visualización.
Relacionados	CO-09
Subordinados	Ninguno

Tabla 62.- Componente del Sistema 10

4.5 Matrices de trazabilidad

Una vez presentados, en el punto anterior, los módulos que componen la aplicación y detallado su objetivo en este punto se comprobará que cubren todos los requisitos de software. Para ello se emplearán una matriz de trazabilidad comparando los requisitos de software y los componentes o módulos.

4.5.1 Matrices de trazabilidad entre requisitos de software funcionales y componentes

REQUISITOS DE SOFTWARE FUNCIONALES	COMPONENTES									
	CO-01	CO-02	CO-03	CO-04	CO-05	CO-06	CO-07	CO-08	CO-09	CO-010
RSF-01							X	X	X	X
RSF-02										X
RSF-03		X								
RSF-04				X						
RSF-05			X							
RSF-06			X							
RSF-07			X							
RSF-08			X							
RSF-09					X	X				
RSF-10	X									

Tabla 63.- Matriz de Trazabilidad entre Requisitos de Software Funcionales y Componentes del Sistema

4.6 Estructura del Modelo de Datos

Como se puede ver en el esquema de la arquitectura software existirán dos bancos de datos para nuestra aplicación. Por un lado estará la base de datos de los estados de los alumnos gestionada por la aplicación web del proyecto de investigación. Por el otro lado, estará la base de datos con las plantillas para el reconocimiento facial. A continuación se mostrará el modelo relacional de ambas base de datos explicándose el contenido de los campos más relevantes para la aplicación.

4.6.1 Base de Datos de los Estados

Esta base de datos de SQL estará gestionada por una de las aplicaciones del proyecto de investigación. Por ello en este apartado del documento se indicará las tablas y campos más importantes para el desarrollo del proyecto. La tabla más importante para nuestro proyecto será “respuestaalumno” ya que contiene el estado del alumno aunque para introducir mejor en contexto se detallarán las tablas de “actividadprofesor”, “alumnos”, “lectura”, “actividadeslecture” y “valores”.

4.6.2 Respuestaalumno

Hace referencia a la respuesta enviada por el alumno mediante la aplicación del teléfono móvil. Contiene los siguientes campos:

- idRespuestaAlumno: Clave principal obligatoria numérica que identifica unívocamente a las respuestas almacenadas por los alumnos.
- idLectura: Campo numérico que identifica la clase o lección.
- idActividadProfe: Campo numérico que identifica la actividad.
- idAlumno: Campo numérico que identifica al alumno unívocamente al ser el número de identificación de alumno.
- idValor: Campo numérico con la respuesta enviada del alumno. Este será el campo que deberá de ser consultado por nuestra aplicación.

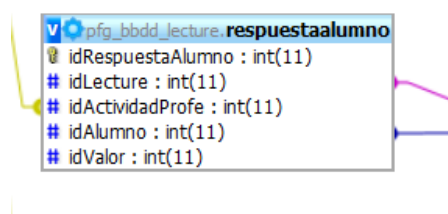


Tabla 64.- Tabla respuestaalumno

4.6.3 Actividadprofesor

Esta tabla contiene las actividades que se están realizando o se están realizando. Contienen los siguientes campos:

- idActividadProfesor: Clave principal obligatoria numérica identifica a las actividades propuestas unívocamente.
- idActividad: Referencia a una clave numérica que almacenará la actividad.

- idEstadoActual: Referencia a una clave numérica que indica el estado de la actividad propuesta
- Orden: Clave numérica que almacena el orden de las actividades propuestas.

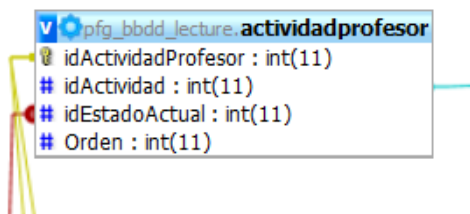


Tabla 65.- Tabla actividadprofesor

4.6.4 Alumnos

Hace referencia a la información de los alumnos contiene los siguientes campos:

- idAlumnos: Clave primaria obligatoria de la tabla. Contiene en número de identificación del alumno.
- Nombre: Campos de texto que contiene el nombre del alumno.
- Apellidos: Campo de texto que contienen los apellidos del alumno.
- Password: Campo de texto que contienen la función resumen de la clave.
- UltimaMod: Campo de tipo fecha que contiene la fecha de la última vez que se modificó el registro.

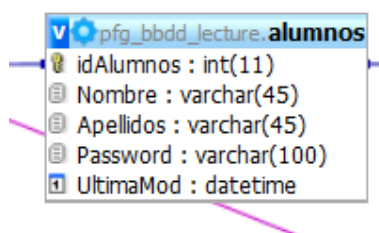


Tabla 66.- Tabla alumnos

4.6.5 Lecture

Tabla de la base de datos que almacena las lecciones o clases magistrales. Contiene los campos que se explican a continuación:

- idLecture: Campo de clave primaria obligatoria numérica que identifica unívocamente a la lección o clase magistral.
- idProfesor: Referencia de texto que identifica unívocamente a un profesor.
- idAsignatura: Referencia numérica que identifica unívocamente una asignatura.
- idGrupo: Referencia numérica que identifica unívocamente al grupo de clase.
- idEstadosLecture: Referencia numérica que permite conocer los estados válidos para la clase o lección.
- idEstadoActual: Referencia numérica que identifica el estado actual de la lección o clase magistral.

- fechaCreación: Campo de tipo fecha que almacena la fecha de creación de la lección o clase magistral.
- descripción: Campo de tipo texto que almacena una breve descripción del contenido de la lección o clase magistral.

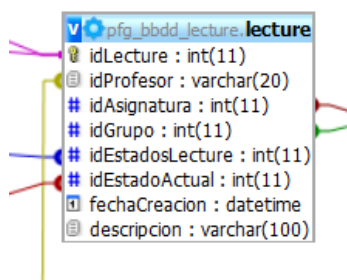


Tabla 67.- Tabla lecture

4.6.6 Actividadeslecture

Tabla que relaciona las actividades propuestas que se van a desarrollar con una lección o clase magistral concreta. Dispone de los siguientes campos para ello:

- idLecture: Clave primaria compartida que referencia numéricamente a una lección o clase magistral.
- idActividadProfesor: Clave primaria compartida que referencia numéricamente a una actividad propuesta.

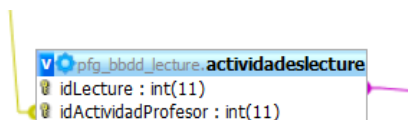


Tabla 68.- Tabla actividadeslecture

4.6.7 Valores

Tabla que contiene todas las traducciones de los valores de los estados de los alumnos y de las actividades. Dispone de los siguientes campos:

- idValores: Clave primaria numérica que identifica unívocamente los valores de las actividades o estados.
- Valor: Campo de texto que contiene la traducción del identificador del valor.

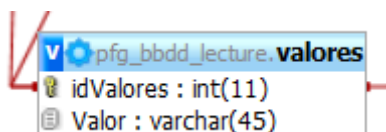


Tabla 69.- Tabla valores

4.6.8 Base de Datos para el Reconocimiento Facial

Esta base de datos será local para la aplicación y almacenará todas las plantillas para el reconocimiento facial. Esta base de datos será implementada con SQLite, que es una base de datos relacional ligera pero robusta. En la actualidad es usada en los móviles Android, Symbian OS, iOS, o en aplicaciones de escritorio con son Firefox, Skype, Opera...

La base de datos estará compuesta por las siguientes dos tablas como se puede observar en la figura 20.

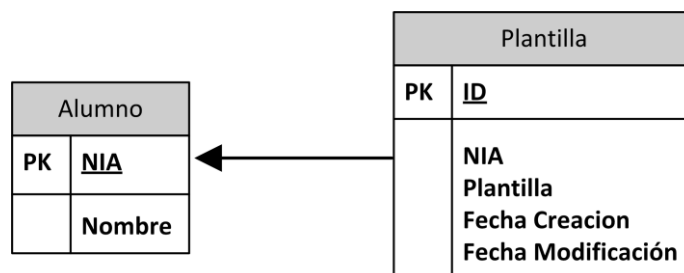


Ilustración 20.- Esquema Relacional de la Base de datos de SQLite

4.6.8.1 Alumno

Esta tabla contendrá la información de los alumnos. Contendrá los siguientes campos:

- NIA: Campo de clave principal obligatoria de tipo entero. Almacenará el número de identificación del alumno que servirá para identificar el alumno de manera unívoca.
- Nombre: Campo de tipo texto obligatorio que almacenará el nombre del alumno. (En caso de que no se introduzca en la interfaz este campo se almacenará la cadena vacía)

4.6.8.2 Plantilla

Esta tabla almacenará las plantillas para la identificación de los alumnos. Contendrá los siguientes campos:

- ID: Campo de clave principal obligatoria de tipo numérico auto-incrementable. Servirá para la identificación unívoca de las plantillas de los alumnos
- NIA: Referencia numérica que permitirá relacionar los alumnos con sus plantillas para el reconocimiento.
- Plantilla: Será un campo de tipo blob (datos) obligatorio que almacenará la plantilla para el reconocimiento facial.
- Fecha de Creación: Será un campo de tipo texto obligatorio que almacenará la fecha de creación del registro.
- Fecha de Modificación: Será un campo de tipo texto obligatorio que almacenará la fecha de modificación del registro. (En la creación del registro este campo se rellenará con la fecha de creación del registro).

4.7 Prototipo de la interfaz

Mediante el siguiente prototipo de baja fidelidad será posible tener una visión general de cómo será la aplicación final. Gracias a esta técnica, el cliente podrá tener una toma de contacto de cómo será la futura aplicación permitiendo la reducción o eliminación de disconformidades en la fase de diseño de la aplicación. A continuación se mostrarán cada una de las diferentes ventanas describiendo la utilidad de cada uno de los componentes.

4.7.1 Ventana Principal

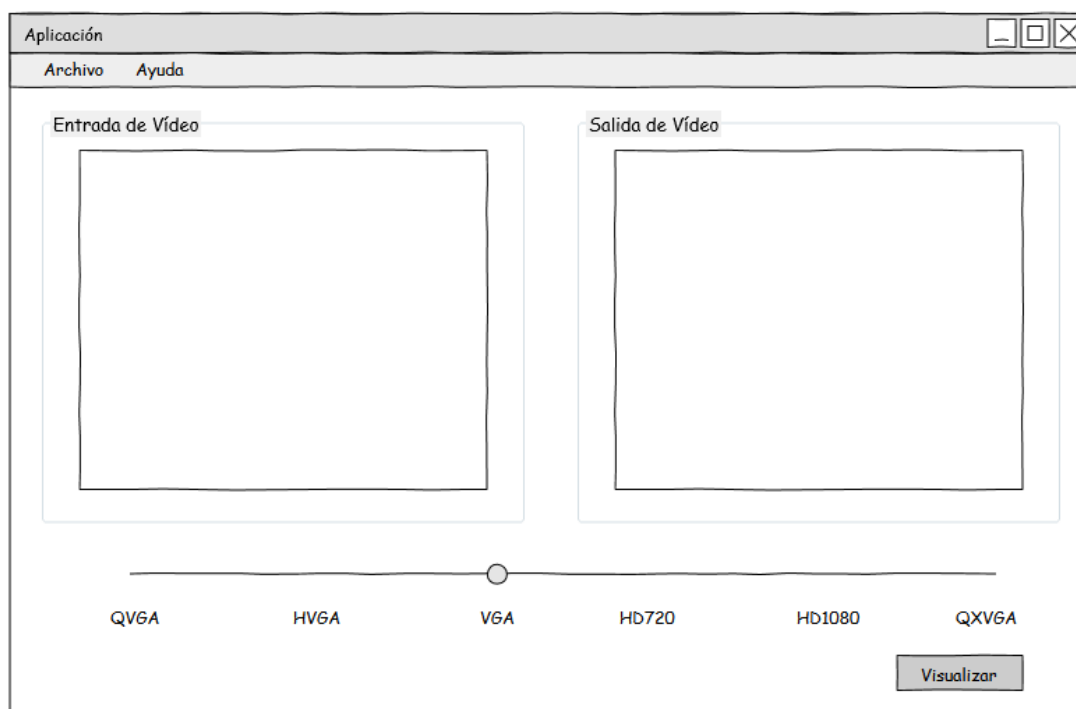


Ilustración 21.- Prototipo de baja fidelidad. Ventana Principal

Cuando el usuario ejecute la aplicación se mostrará la siguiente ventana principal (ilustración 21). En ella de arriba abajo se puede ver una barra de menú, dos *GroupBox*, un *Slider* y un botón. A continuación se pasa a describir cada uno de estos componentes:

- Barra de menú:
 - Esta barra con las opciones de “Archivo” y “Ayuda” permitirá el acceso a todas las partes de la aplicación. (El contenido de cada menú se detallará más adelante)
- *GroupBox* de Entrada de Vídeo
 - Este *GroupBox* mostrará en tiempo real las imágenes capturadas por el dispositivo de vídeo agregando recuadro sobre las caras identificadas. Desde esta ventana el usuario podrá pulsar sobre una cara identificada para registrar al alumno en el sistema.
- *GroupBox* de Salida de Vídeo

- Este *GroupBox* mostrará en tiempo real las imágenes que se ven a través de las gafas de realidad aumentada.
- *Slider*
 - Este componente permitirá modificar la calidad de vídeo de entrada para aumentar el rendimiento de la aplicación en equipos con pocos recursos. Los valores que podrá tomar este slider serán:
 - QVGA: Cuarta parte de la resolución de VGA (320x240)
 - HVGA: Mitad de la resolución de VGA (480x360)
 - VGA: Resolución VGA (640x480) (0,3 Mpx)
 - HD720: Resolución de 720 líneas (1280x720) (1 Mpx)
 - HD1080: Resolución de 1080 líneas (1920x1080) (2Mpx)
 - QXVGA: Resolución de 3 Megapíxeles de vídeo.
- Botón Visualizar
 - Este componente permitirá poner en funcionamiento la realidad aumentada de las gafas.

4.7.2 Menú Archivo

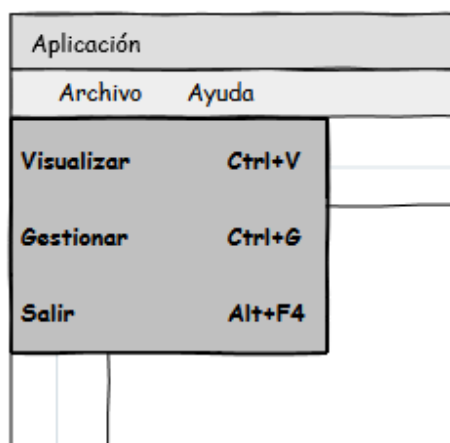
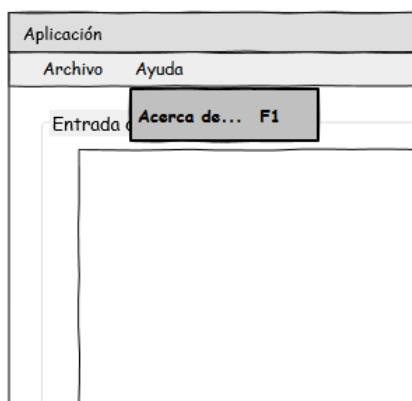


Ilustración 22.- Prototipo de baja fidelidad.
Menú Archivo de la ventana principal

Al pulsar sobre el menú “Archivo” de la ventana principal aparecerá las siguientes opciones:

- Visualizar: Esta opción permitirá poner en funcionamiento la realidad aumentada de las gafas. El acceso rápido de esta opción será Ctrl + V.
- Gestionar: Esta opción nos permitirá acceder a la ventana de alumnos registrados en la aplicación. El acceso rápido de esta opción será Ctrl + G.
- Salir: Esta opción nos permitirá salir de la aplicación. El acceso rápido de esta opción será Alt + F4.

4.7.3 Menú Ayuda



Al pulsar sobre la opción del menú “Ayuda” de la ventana principal aparecerá la siguiente opción:

- Acerca de...: Esta opción permitirá ver la información acerca de la aplicación. Como la versión, el objetivo y la versión. El acceso rápido de esta opción será F1.

Ilustración 23.- Prototipo de baja fidelidad.
Menú Ayuda de la ventana principal.

4.7.4 Ayuda Acerca de

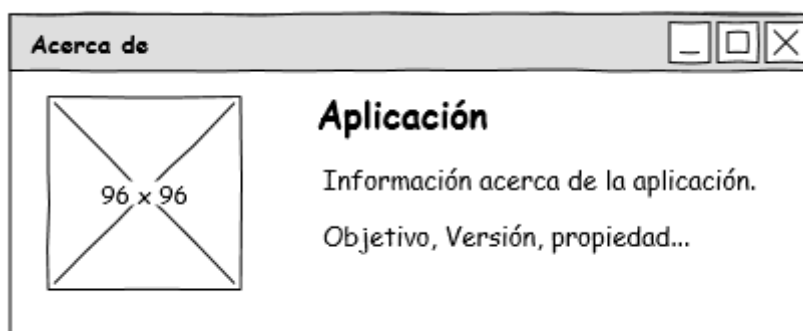


Ilustración 24.- Prototipo de baja fidelidad. Ventana de ayuda

Al acceder a la ayuda de la aplicación o pulsar F1 aparecerá la ventana de la ilustración 24. En ella se puede ver el logotipo de la aplicación e información acerca de la aplicación como el objetivo, la versión y la propiedad de la misma.

4.7.5 Registro de Alumno

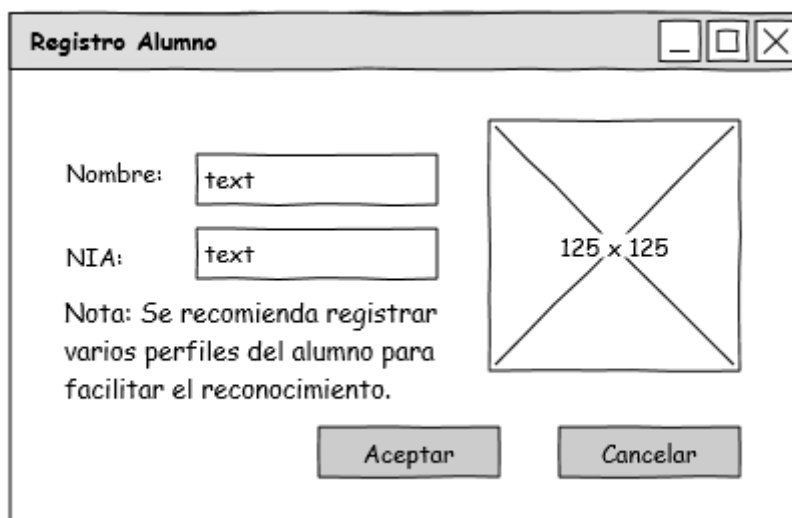


Ilustración 25.- Prototipo de baja fidelidad. Ventana de Registro de alumno.

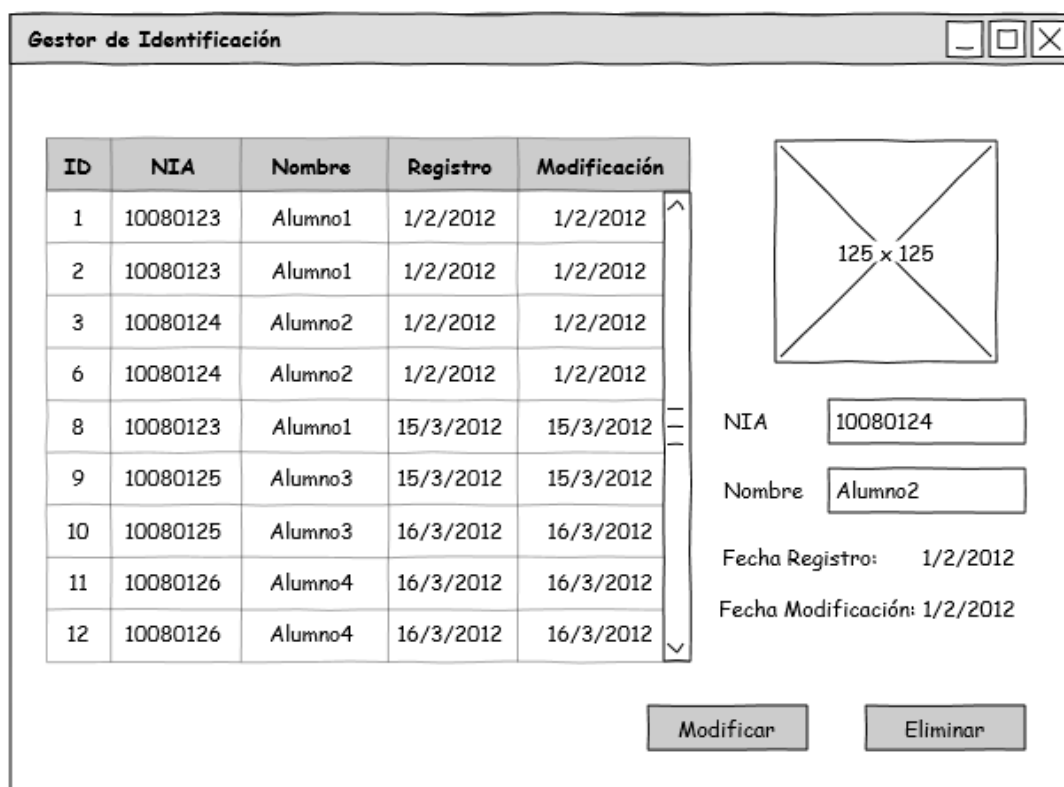
Al seleccionar un alumno para el registro aparecerá la ventana de la ilustración 25. En ella podemos encontrar de arriba izquierda a derecha y de arriba abajo: Dos *Inputtext* con etiqueta, una nota informativa, una imagen y conjunto de botones.

A continuación se pasa a describir cada uno de estos componentes:

- *Inputtext* con etiqueta: Estos campos permitirán introducir el nombre y el número de identificación del alumno previamente seleccionado.

- Nota informativa: Esta nota informará al usuario que es conveniente registrar al alumno con diferentes perfiles.
- Imagen: Imagen en blanco y negro del alumno que se va a registrar.
- Conjunto de botones: Este conjunto de botones permitirá registrar al alumno en el sistema mediante el botón aceptar o no realizar el registro mediante el botón cancelar.

4.7.6 Gestión de Alumnos



ID	NIA	Nombre	Registro	Modificación
1	10080123	Alumno1	1/2/2012	1/2/2012
2	10080123	Alumno1	1/2/2012	1/2/2012
3	10080124	Alumno2	1/2/2012	1/2/2012
6	10080124	Alumno2	1/2/2012	1/2/2012
8	10080123	Alumno1	15/3/2012	15/3/2012
9	10080125	Alumno3	15/3/2012	15/3/2012
10	10080125	Alumno3	16/3/2012	16/3/2012
11	10080126	Alumno4	16/3/2012	16/3/2012
12	10080126	Alumno4	16/3/2012	16/3/2012

125 x 125

NIA: 10080124
 Nombre: Alumno2
 Fecha Registro: 1/2/2012
 Fecha Modificación: 1/2/2012

Modificar Eliminar

Ilustración 26.- Prototipo de baja fidelidad. Ventana de Gestión de Alumnos.

Al seleccionar la opción de “Gestionar” o al pulsar Ctrl + G aparecerá la ventana de la ilustración 26. En ella se puede ver de izquierda a derecha y de arriba abajo los siguientes componentes: Tabla de alumnos, Imagen de alumno, *Inputtext* con etiquetas, Información del registro, Botones de gestión.

A continuación se pasa a describir cada uno de estos componentes:

- Tabla de alumnos: Tabla que aparecerán todos los alumnos registrados en la base de datos del sistema. Para seleccionar un alumno habrá que pulsar sobre la fila del alumno.
- Imagen de alumno: Imagen del alumno seleccionado.
- *Inputtext* con etiqueta: Campos que permitirá modificar el nombre del alumno y el número de identificación.

- Información del registro: Información relativa a la creación y modificación del registro de alumno en la base de datos.
- Botones de gestión: Botones que permite la modificación o eliminación del registro. Para modificar el registro una vez modificado el nombre habrá que pulsar sobre el botón modificar. Para eliminar el registro habrá que pulsar sobre el botón eliminar. Para no guardar los cambios bastará con seleccionar otro alumno o cerrar la ventana.

5 Implementación y Desarrollo

Este capítulo del documento se detallará la implementación que se ha realizado para el proyecto. Indicándose previamente los prototipos previos a la implementación y la estructura de directorio del proyecto.

5.1 Prototipos Previos

Tras analizar todas las librerías del estado de la cuestión y realizar algunos prototipos funcionales con las librerías más importantes se puso determinar las limitaciones o dificultades que presentaban todas estas librerías para el desarrollo del proyecto.

El primer prototipo funcional fue desarrollado el mes de octubre de 2011 utilizando la librería *NyArToolKit* [25]



Ilustración 27.-Primer Prototipo Funcional

Este prototipo fue desarrollado en Java y permitía el reconocimiento de marcadores con una distancia de hasta 5 metros mediante una cámara VGA de 0,3 Megapíxeles de vídeo.

Para la creación de los modelos tridimensionales que se muestran en la ejecución del primer prototipo, ilustración 27, se utilizó Google Sketch Up Pro.

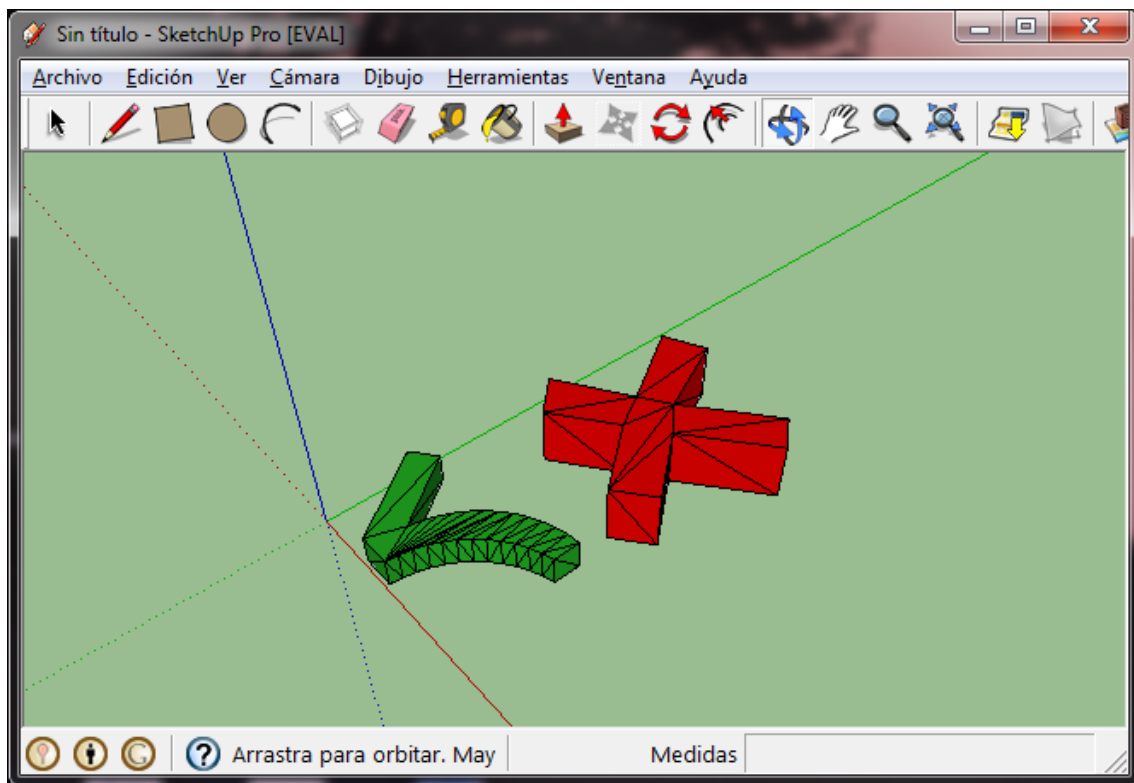


Ilustración 28.- Google ScketUp Pro

La implementación de este primer prototipo demostró que la librería empleada permitía cubrir muchos de los requisitos del proyecto y que podía ser utilizada para el desarrollo de la aplicación final. Sin embargo, dado que la utilización de marcadores y la modificación de modelos en tres dimensiones presentaban ciertas limitaciones se decidió continuar investigando otras posibles opciones.

El segundo prototipo funcional fue desarrollado en febrero de 2012 en C++ utilizando la librería de visión artificial *OpenCV* y la librería Qt de Nokia. La principal ventaja respecto al prototipo anterior es que permitía el reconocimiento facial y la modificación de figuras aunque estas eran en dos dimensiones.

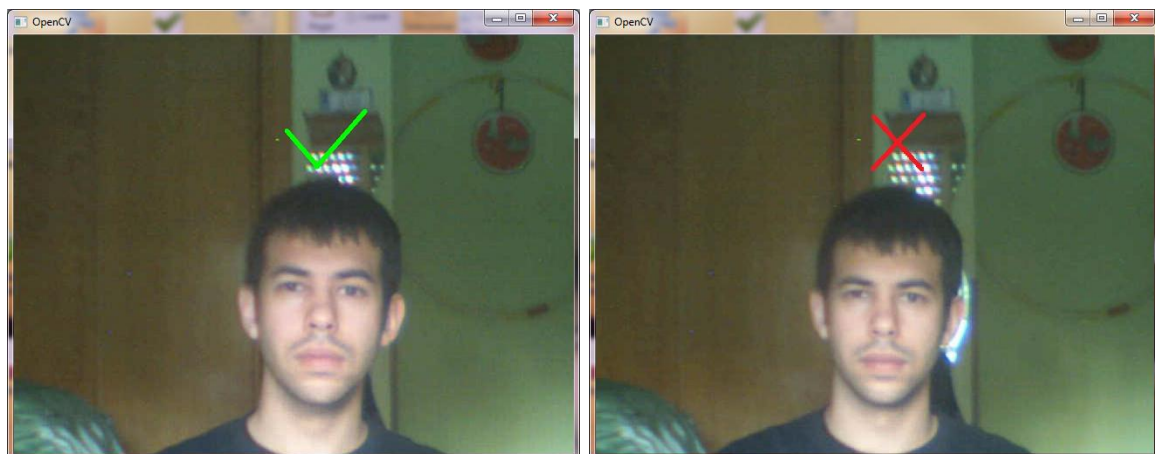


Ilustración 29.- Segundo Prototipo Funcional

Este prototipo fue empleado para una demostración ante el grupo de investigación DEI del Departamento de Informática junto a las gafas de realidad aumentada Vuzix STAR 1200.

Las mejoras que aparecieron con la librería *OpenCV* dieron paso a un análisis más profundo de esta librería y las librerías gráficas *OpenGL* que dieron como resultado la utilización de *Emgu CV* y *WPF*.

5.2 Estructura del Proyecto

Una vez decidida la librería y especificado el diseño en el apartado anterior se empezó a implementar la aplicación en el entorno Visual Studio 2010.

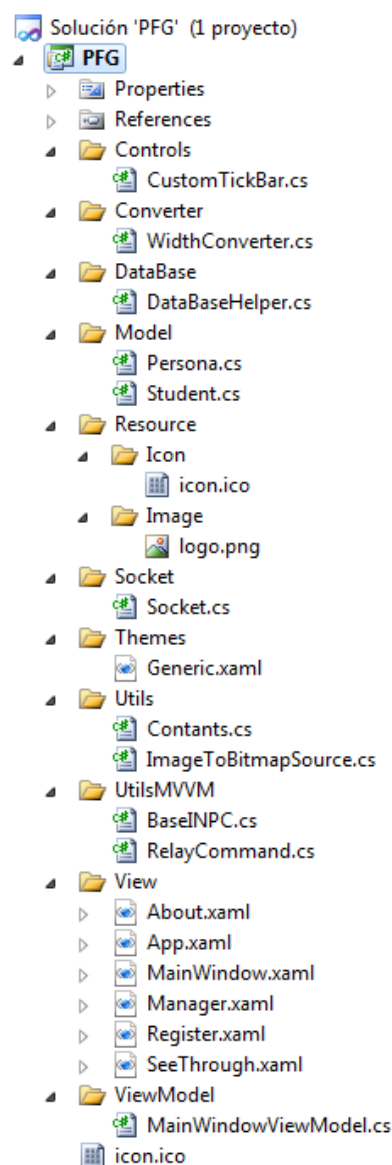


Ilustración 30.- Estructura del de proyecto en Visual Studio 2010

Como se puede ver en la ilustración 30 el proyecto está dividido en las siguientes nueve carpetas:

- **Controls:** Contiene los controles nuevos creados para la interfaz del usuario
 - CustomTickBar: Código fuente con la implementación de un componente que permite el etiquetado de los Slider. Hereda del componente TickBar.
- **DataBase:** Contiene las clases que permiten la gestión de la base de datos local
 - DataBaseHelper: Código fuente que hace referencia al módulo base de datos local implementa todos los mecanismo para la comunicación con la base de datos de SQLite.
- **Model:** Contienen los modelos del patrón de diseño
 - Student: Modelo de datos que almacena toda la información de un alumno.
- **Socket:** Contiene el código fuente para la comunicación por socket
 - Socket: Código fuente que implementa el módulo socket
- **Resource:** Contiene los recursos de imágenes del proyecto
 - Logo: Imagen del logo de la aplicación.
- **Themes:** Contiene los estilos de la interfaz
 - Generic: Fichero de marcado que define los estilos empleados en la aplicación
- **Utils:** Contiene las herramientas útiles para la ejecución de la aplicación
 - Constants: Fichero que almacena todas las constantes del sistema.
 - ImageToBitmapSource: Clase que se encarga de la transformación de las imágenes procesadas por la librería Emgu CV a mapa de bit para su visualización.
- **UtilsMVVM:** Contiene las clases necesarias para implementar el patrón modelo vista vista-modelo
 - BaseINPC: Clase que hereda de INotify e implementa el método para las notificaciones del modelo y la vista-modelo.
 - RelayCommand: Clase que se encarga de la implementación de los métodos para las llamadas a los comandos desde la capa de la Vista
- **View:** Contiene las interfaces de todas las ventanas
 - About: Fichero de marcado que
 - App: Fichero de marcado que contiene la configuración de la vista de la aplicación.
 - MainWindow: Fichero de marcada que contiene la vista de la ventana principal.
 - Manager: Fichero de marcado que contiene la vista de la ventana de gestión de alumnos.
 - Register: Fichero de marcado que contiene la vista de la ventana de registro de alumnos.
 - SeeThrough: Fichero de marcado que se encarga de la visualización de los elementos virtuales en las gafas de realidad aumentada.
- **ViewModel:** Contiene las clases que pertenecen a la capa del vista-modelo del patrón



- MainWindowViewModel: Esta clase contiene el código de los componentes de detección facial, reconocimiento facial, entrada de vídeo y posicionamiento de los elementos tridimensionales

6 Gestión del proyecto

Para un correcto desarrollo del proyecto es conveniente indicar las etapas que va a seguir el proyecto y la metodología empleada para su desarrollo. Cada una de estas etapas se dividirá en un conjunto de actividades o tareas que serán planificadas previamente para garantizar el cumplimiento de los objetivos en el tiempo disponible. Por último, al final de este capítulo se presentará detalladamente los costes de cada fase en personal y recursos para elaborar un presupuesto.

6.1 Modelo del ciclo de vida del software

Para este proyecto el modelo del ciclo de vida elegido es el modelo en cascada en su variante retroalimentada. En este ciclo de vida de desarrollo las etapas se van desarrollando como si fuera una cascada de manera consecutiva, pudiéndose retroceder a la anterior o anteriores fases para realizar cambios. En la ilustración 16, que se muestra a continuación, se puede ver las diferentes etapas en las que está dividido este ciclo de vida.

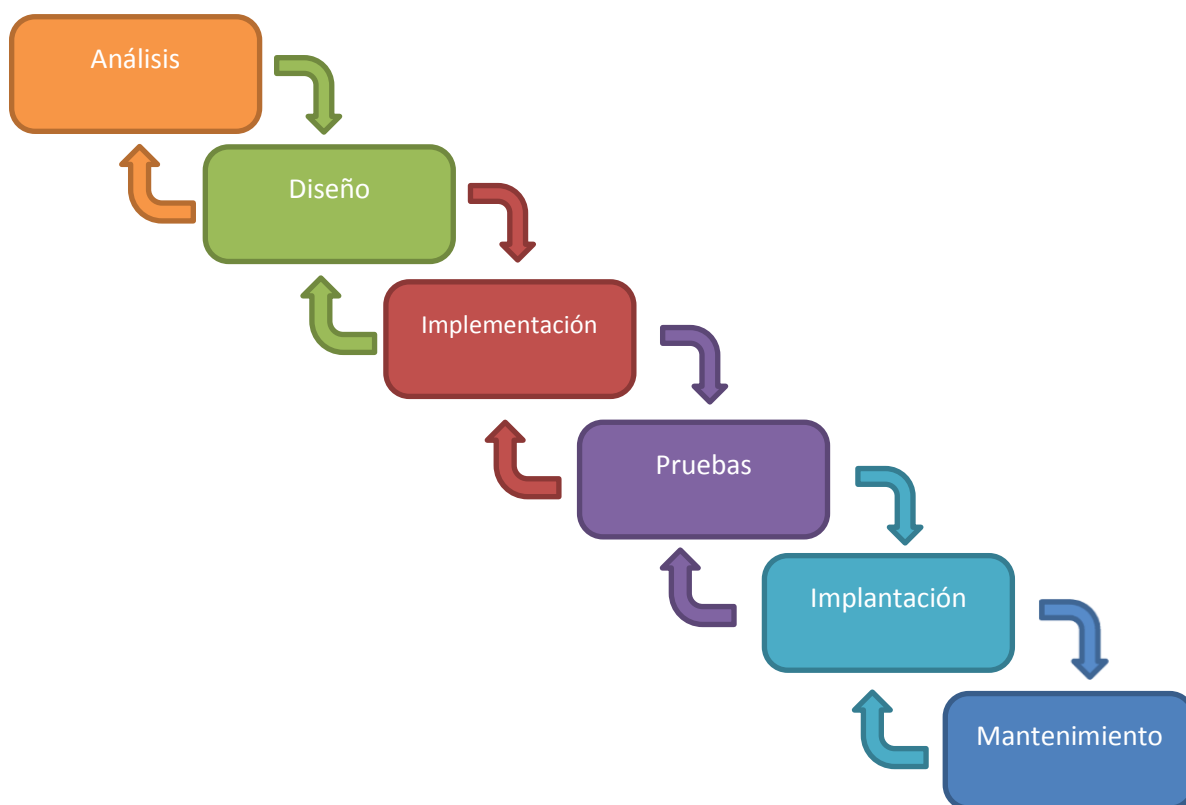


Ilustración 31.- Ciclo de vida en Cascada

Entre las ventajas de este ciclo de vida se puede destacar:

- Su planificación sencilla.
- El alto nivel de calidad del producto resultante.
- Permite la planificación y seguimiento del desarrollo del proyecto

Entre los inconvenientes de este ciclo cabe mencionar:

- La dificultad de obtener todos los requisitos al principio del proyecto.
- El alto coste de cometer un error en las primeras fases del ciclo ya que un cambio en una fase anterior requiere cambios en las fases siguientes.
- El desarrollo es caro ya que es una metodología lenta.

6.2 Planificación

A continuación mediante diagramas de Gantt se presentará la planificación inicial realizada para el desarrollo del proyecto y la planificación final que se ha tenido tras tener que re-planificar. Además de mostrar las etapas en las que se desarrollará el proyecto se indicarán las fases de las que consta cada etapa.

6.2.1 Planificación Previa

En esta planificación se tuvo en cuenta los días previos a los exámenes del autor en el primer cuatrimestre, del 4 de enero al 20 de enero, el siguiente cuatrimestre no se tomó en cuenta ya que la semana de exámenes solamente constaba de 3 exámenes.

1. Planificación
 - En esta etapa del proyecto se planificará las siguientes fases del proyecto y su consecución para el correcto desarrollo.
2. Análisis del Problema
 - Para esta etapa se analizará el problema que se quiere solventar y los objetivos a cumplir.
3. Estado Inicial
 - En esta etapa se estudiarán las tecnologías que pueden servir para el desarrollo del proyecto.
4. Análisis
 - Para esta etapa mediante una serie de entrevistas con el cliente se modelará un conjunto de requisitos y casos de uso que servirán para guiar el diseño de la aplicación.
5. Diseño
 - En esta etapa una vez obtenidos todos los requisitos en la etapa anterior se pasará a indicar el diseño que deberá de llevar la aplicación. Presentándose la estructura de la base de datos y un prototipo de la interfaz.

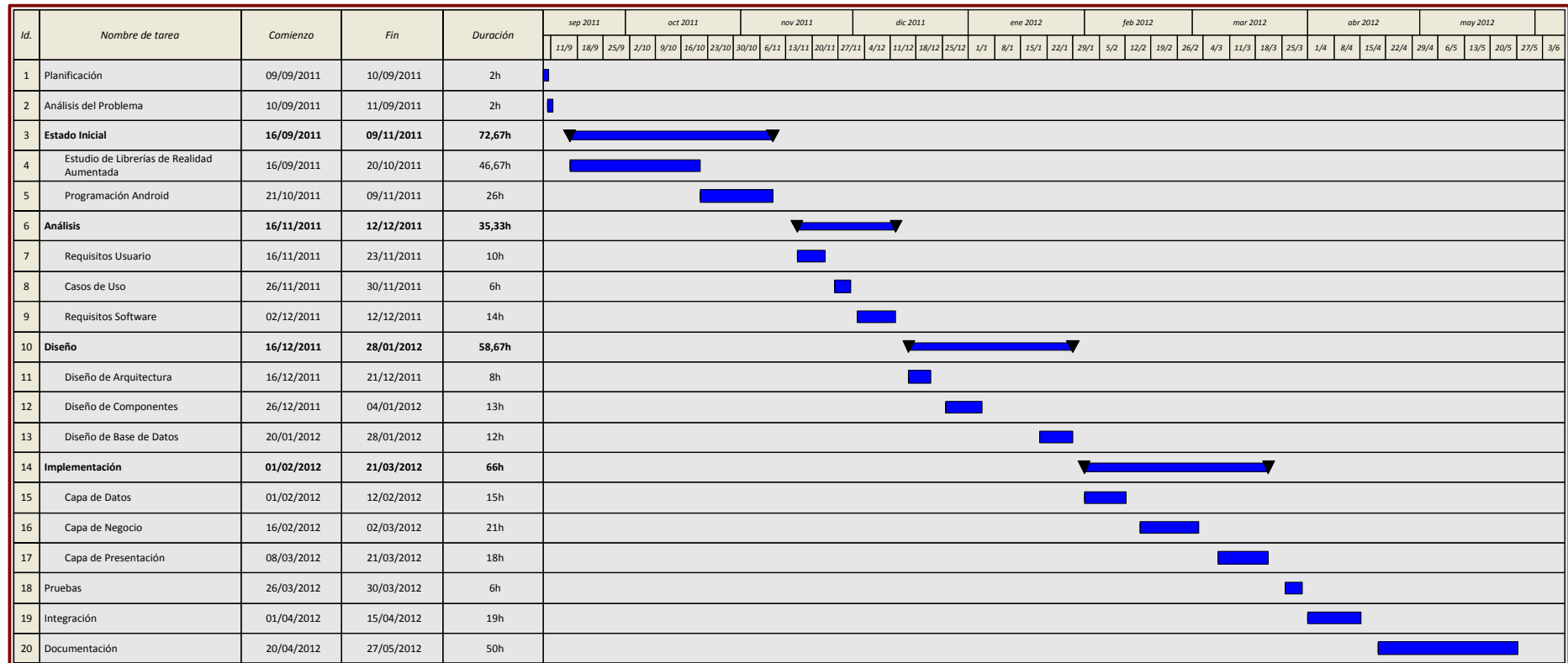


Ilustración 32.- Planificación Inicial

6. Implementación

- En esta etapa del desarrollo se implementará la aplicación

7. Pruebas

- Para esta etapa se ejecutarán una serie de pruebas sobre la aplicación terminada para verificar que cumple con todos los objetivos y funciona correctamente

8. Integración

- En esta etapa se integrará la aplicación con las demás aplicaciones del proyecto de investigación

9. Documentación

- En esta etapa se documentará todo el desarrollo software que se ha realizado mostrando la información de cada una de las fases del desarrollo.

6.2.2 Planificación Final

Tras la finalización del proyecto se puede observar una gran diferencia entre la planificación inicial y la re-planificación final.

A continuación se muestra un calendario con los días que se ha podido desarrollar el proyecto para que a continuación se expliquen las causas de las re-planificaciones.

AÑO 2011

Septiembre de 2011						
lu	ma	mi	ju	vi	sa	do
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	

Octubre de 2011						
lu	ma	mi	ju	vi	sa	do
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

Noviembre de 2011						
lu	ma	mi	ju	vi	sa	do
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30					

Diciembre de 2011						
lu	ma	mi	ju	vi	sa	do
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

AÑO 2012

Enero de 2012						
lu	ma	mi	ju	vi	sa	do
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

Febrero de 2012						
lu	ma	mi	ju	vi	sa	do
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30					

Marzo de 2012						
lu	ma	mi	ju	vi	sa	do
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

Abril de 2012						
lu	ma	mi	ju	vi	sa	do
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30					

Mayo de 2012						
lu	ma	mi	ju	vi	sa	do
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

Junio de 2012						
lu	ma	mi	ju	vi	sa	do
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30					

Julio de 2012						
lu	ma	mi	ju	vi	sa	do
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

Agosto de 2012						
lu	ma	mi	ju	vi	sa	do
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

	Semana de Exámenes
	Sobrecarga de Prácticas
	Fecha de Inicio del Proyecto
	Desarrollo del Proyecto
	Fecha de Final del Proyecto

Las dos principales causas por las que hubo que re-planificar y modificar la estimación inicial de 9 horas de trabajo por semana han sido la propia evolución del proyecto durante el cual se hubo de hacer frente a varios problemas imprevistos y acumulación de prácticas a realizar en mismas fechas. En función de estos problemas se llevaron a cabo las siguientes modificaciones en la planificación:

- El primer cambio de la planificación apareció dos semanas después de empezar el proyecto con la eliminación del estudio inicial de Android. Este cambio fue debido a que inicialmente se tenía pensado implementar un prototipo de la aplicación de realidad aumentada sobre móviles con Android, pero debido a que el autor no disponía de uno de estos dispositivos y en su momento los emuladores no eran compatibles con las cámaras se tuvo que tomar la decisión de implementar la aplicación para ordenador personal.
- El segundo cambio en la planificación se realizó en la mitad del mes de octubre después de la presentación del primer prototipo y tras analizar las dificultades que presentaba. De manera que fue necesario retroceder en el ciclo de vida del proyecto para un análisis de detallado y búsqueda de alternativas.
- Respecto a la interrupción que se pudo observar en el mes de noviembre fue debida a que durante esas dos semanas hubo entregas para la mayoría de las asignaturas por lo que el autor tuvo que dejar de lado el progreso del proyecto.
- Así mismo, en el mes de diciembre durante las dos semanas de entregas y posteriormente se tuvo que paralizar el desarrollo por el exceso de entregas de prácticas.
- Con relación al mes de enero no hubo grandes desarrollos dado que el autor tuvo que estudiar y realizar los exámenes de enero.
- Ya en el mes de febrero hubo una presentación para el grupo DEI del departamento de Informática para presentar el desarrollo de mi proyecto. De modo que tras realizar un esfuerzo bastante grande para tenerlo todo preparado tras la presentación el autor tuvo que ponerse al día de las asignaturas.
- Tras esta presentación se inició una nueva etapa en el desarrollo tras analizar las posibilidades que presentaba OpenCV centrándose los esfuerzos en la representación gráfica de los elementos virtuales.
- Durante el mes de marzo hasta mayo hubo un trabajo constante gracias en parte a los festivos del calendario que permitieron dedicar más tiempo al proyecto.
- Ya en mayo de nuevo por los exámenes y algunas entregas finales de nuevo se tuvo que paralizar el desarrollo y retomarlo posteriormente.

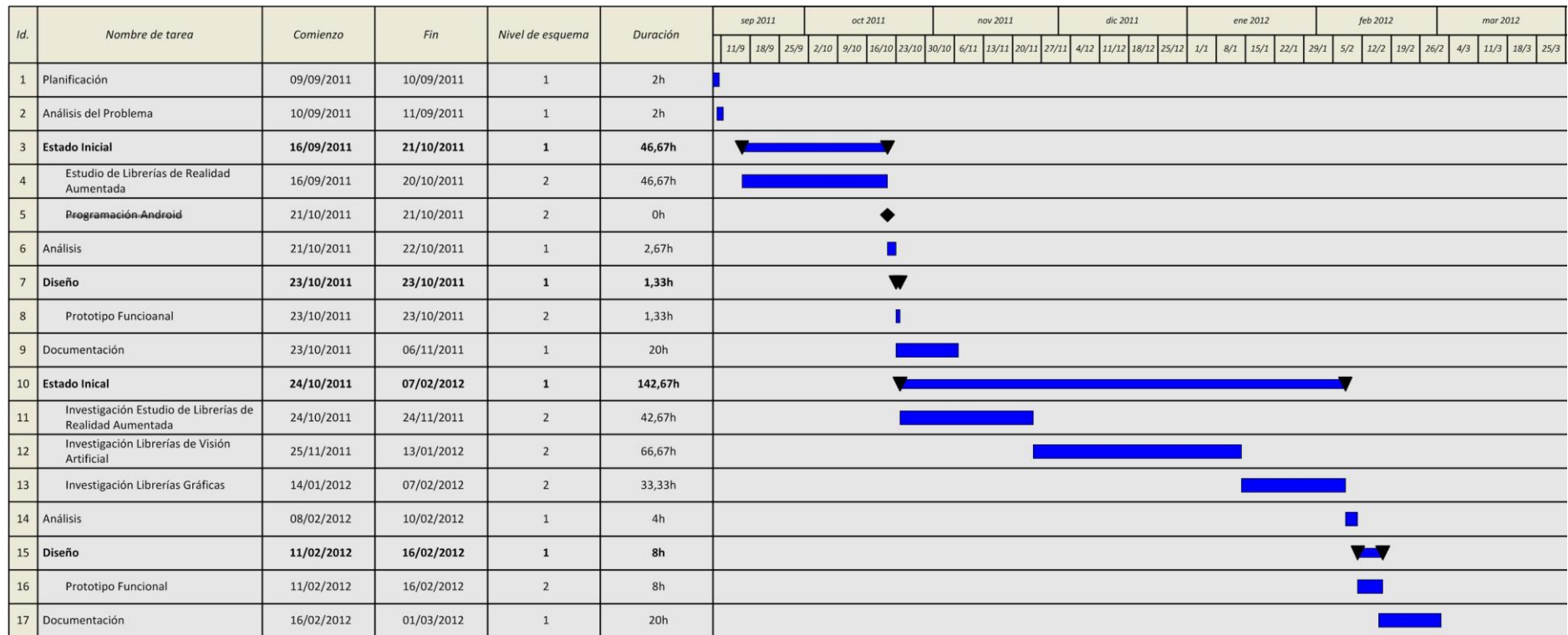


Ilustración 33.- Diagrama de Gantt (Parte 1 de 2)

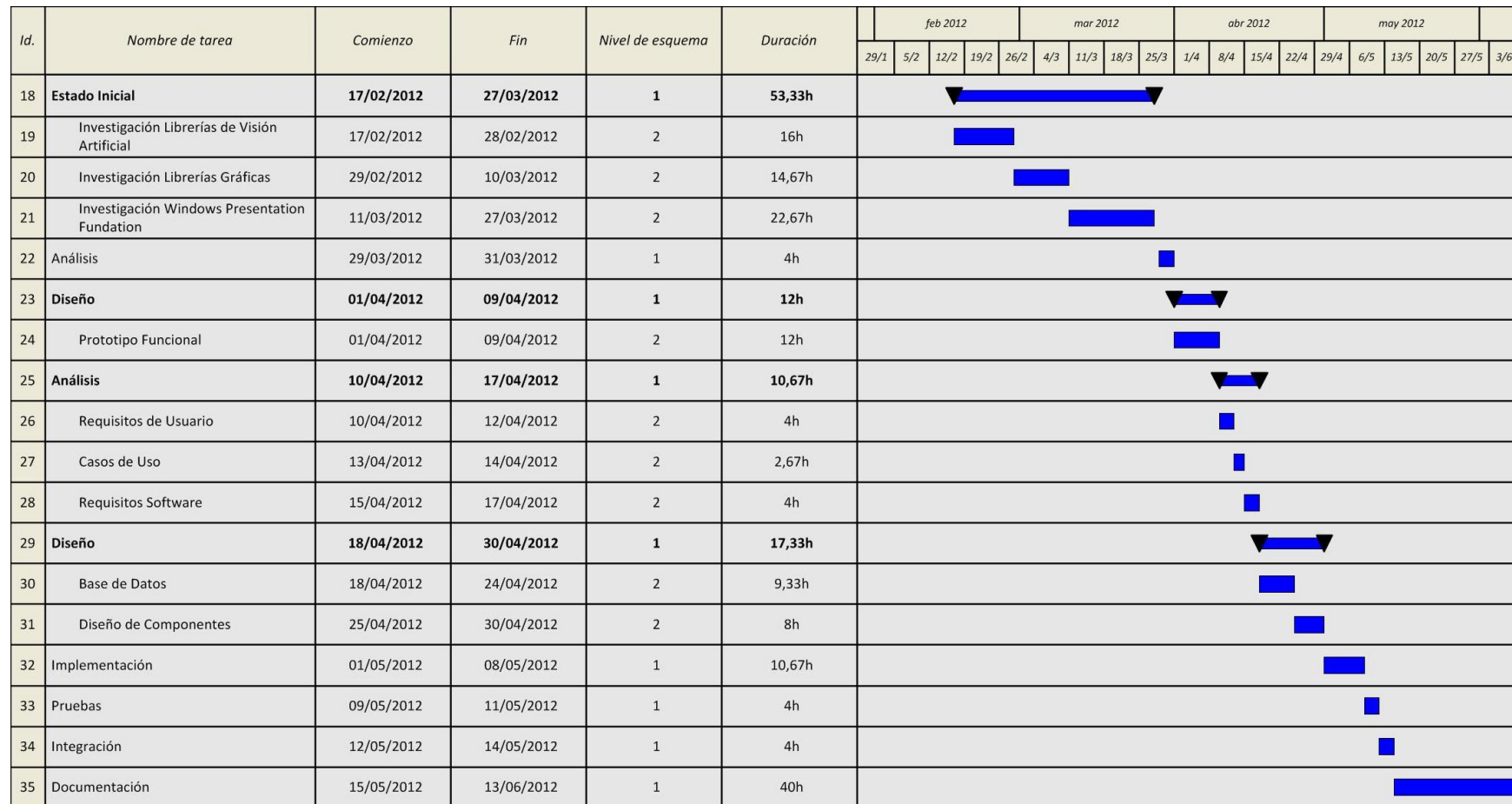


Ilustración 34.- Diagrama de Gantt (Parte 2 de 2)

6.3 Presupuesto

Una vez presentada la planificación que se va a seguir para el desarrollo del proyecto se presentarán los costes que llevará asociada esta planificación.

6.3.1 Coste del personal

En este punto se describirán los costes asociados al personal del proyecto indicándose además la cuota empresarial a la seguridad social y el fondo de garantía.

6.3.1.1 Salario del personal

El desarrollo de todas las tareas del proyecto ha sido realizado por el autor del proyecto. Sin embargo en el caso de que este proyecto fuera realizado por un equipo de trabajo, las tareas se pueden dividir entre distintos especialistas de un proyecto software. A continuación, vamos a presentar una división del tiempo del desarrollo de las tareas del proyecto por el especialista que le perteneciera y su tiempo de dedicación que le conllevara.

Los costes por semana corresponden a un salario neto del perfil del empleado que realiza la tarea.

#	Categoría	Semanal*	Semanas	Total
1	Jefe de Proyecto	163.94 €	11	1.803,31 €
1	Analista	145,44 €	12	1.745,25 €
1	Responsable de Calidad y Pruebas	143.44 €	4	573,75 €
1	Programador	114.06 €	7	798,44 €

*Para el sueldo de los empleados se ha realizado una aproximación [50] y se ha reducido dado que en cada semana se ha trabajado un cuarto de una jornada semanal de 35 horas.

Total salario de empleados directos en el proyecto	4.920,75 €
--	------------

6.3.1.2 Otros salarios indirectos en la empresa

Aquí se especifican costes provenientes del salario de otro personal que colabora con las actividades del proyecto directa o indirectamente. En esta categoría están metidas todas esas personas que hacen que la labor del trabajador sea mucho más cómoda y eficiente. Secretariado, limpieza, mensajería, recursos humanos, servicio técnico...

Costes semanales	Semanas	Total
85,00 €	34	2.890,00 €

Total salario de indirectos en el proyecto	2.890,00 €
--	------------

6.3.1.3 Cuota empresarial a la seguridad social

Durante el periodo del proyecto, las semanas en las que el trabajador percibe el sueldo de este proyecto, también se les hará el cargo de impuestos a la empresa contratante.

La cuota empresarial a la seguridad social sobre la Clasificación Nacional de Actividades Económicas del Grupo J de las actividades de Información y comunicaciones establece el 35% del salario del empleado.

Salario total acumulado	Cuota	Total
7.810,75 €	35%	2.733,76 €

Cuota empresarial a la seguridad social	2.733,76 €
---	------------

6.3.1.4 Fondo de garantía y social de la empresa y de formación

Este fondo es propio de la empresa y tiene como fines poder hacer frente a indemnizaciones de despidos de personal, si un empleado se encuentra incapacitado por baja, este conserve el 100% de su salario, actividades en grupo organizadas periódicamente por la empresa y formación en nuevas tecnologías del personal.

	Indemnización por despido: Se trata de un pago de 33 días de sueldo por año trabajado		
Personal	Salario medio en la empresa /año	Años	Total
Jefe de Proyecto	31.476,00 €	0,21	601,99 €
Analista	27.924,00€	0,23	582,61 €
Responsable de Calidad y Pruebas	27.540,00€	0,08	191,53 €
Programador	21.900,00€	0,13	266,54 €

Total compensación*	1.642,67 €
---------------------	------------

Fondo sociales		
Valoración de fondo social	Porcentaje	Total
1.642,67 €	4%	65,70 €

Formación		
Coste formación	Porcentaje	Total
1.642,67 €	2%	32,86 €

Fondo de garantía y social de la empresa y formación	97,56 €
--	---------

*Compensación: La compensación económica se ha realizado según el cálculo de despido improcedente de 33 días por año a partir del 12 de febrero de 2012.

6.3.2 Bienes tangibles

En este punto se describirán los costes asociados a los materiales tangibles que se emplearán en el desarrollo del proyecto.

6.3.2.1 Alquiler de Inmueble

El equipo de desarrollo del proyecto requerirá un inmueble donde realizar todas las tareas de desarrollo.

Alquiler de Inmuebles			
#	Costes unitario mensual	Meses	Total
1 Inmueble	600.00 €	10	6.000,00 €

Alquiler de Inmuebles	6.000,00 €
-----------------------	------------

6.3.2.2 Soportes

Soportes engloba todo el material de oficina (bolígrafos, papel, cartuchos de impresora) y otros soportes de almacenamiento utilizados para el proyecto como discos duros, discos compactos.

Soportes		
Costes de material fungible		Total
50,00 €		50,00 €

Coste de material fungible	50,00 €
----------------------------	---------

6.3.2.3 Alquiler de equipos

Para disponer de siempre un equipo de última generación para el desarrollo se ha alquilado 1 equipos sobremesa, siendo renovado por la empresa concesionaria en un plazo no superior a los 6 meses.

Alquiler de equipo			
#	Costes unitario mensual	Meses	Total
1 Equipo de Sobremesa	34.95 €	34	349,50 €

Alquiler de equipos	349,50 €
---------------------	----------

6.3.2.4 Desamortización de materiales

No todos los equipamientos para el proyecto han sido alquilados. También para el desarrollo del proyecto se han comprado algunos dispositivos que se han de renovar cuando se les pasa el tiempo de vida útil. La desamortización del equipo se corresponde a la pérdida de un 20% del valor de éste por año de utilización.

Alquiler de equipo			
#	Costes mensual	Meses	Total
1	Vuzix STAR 1200 (Gafas de Realidad aumentada)	4	66,67 €

Desamortización de materiales	266,68 €
-------------------------------	----------

6.3.3 Bienes no tangibles

Estimación de consumos eléctricos, agua, gas y teléfono

Consumo estimado en suministros utilizados de forma responsable.

Estimación de consumos			
#	Costes mensual	Meses	Total
1	90,00 €	10	900,00 €

Estimación de consumos eléctricos, agua, gas y teléfono	900,00 €
---	----------

6.3.4 Prima de Riesgo

La prima de riesgos será un precio que pagará la contratante por cada mes que dure el proyecto. Este dinero será utilizado si el proyecto es cancelado es utilizado para pagar a los integrantes del grupo de trabajo mientras son trasladados a otro proyecto.

Prima de Riesgos			
	Meses	Prima mensual	Total
	9	200,00 €	1800,00 €

Prima de riesgo	1800,00 €
-----------------	-----------

6.3.5 Impuestos

Impuestos que se pagan al estado del país por actividades económicas.

Impuestos		
Base	Impuesto	Total impuesto
14.084,74 €	18 %	2.535,25 €
7568,68 €	0 %	0 €

Impuesto de Valor Añadido	2773,52 €
---------------------------	-----------

6.3.6 Precio total

El precio total del proyecto es	24.185,67€
---------------------------------	-------------------

7 Conclusiones y Líneas de trabajos futuros

En este capítulo se presentarán las conclusiones alcanzadas a la finalización del proyecto y se propondrán distintas posibles líneas de trabajo que podrían desarrollarse como continuación del proyecto.

7.1 Conclusiones

Como se ha comentado, en anteriores puntos, el sector de las tecnologías de la información se está haciendo cada vez más presente en el área de la educación a través de los distintos dispositivos y aplicaciones que cada vez con más frecuencia son empleados para la experiencia tanto de los docentes como de los alumnos. Por el momento esta tendencia no parece que vaya cambiar sino que, por el contrario y tal como demuestra este proyecto, el uso y aplicación de nuevas tecnologías, como la realidad aumentada, no ha hecho más que empezar. De hecho, considero muy probable que en un futuro próximo alumnos y profesores hagan uso cotidiano de aplicaciones basadas esta técnica tanto con objeto de mejorar la comunicación entre ellos, como en este proyecto se propone, como para facilitar la presentación de conceptos.

En lo referente a las posibilidades que el uso de la realidad aumentada ofrece en general a cualquier otro sector, la impresión obtenida a la finalización del proyecto es similar: la realidad aumentada ofrece numerosas posibilidades y tiene un amplio potencial aún por explorar. Quizá la clave que determine la rapidez o lentitud de su integración en la vida cotidiana y su popularización venga dada en buena medida por el tiempo que tarden en aparecer en el mercado dispositivos que permitan utilizar este tipo de técnicas de una manera simple e inmersiva. Si bien los *Smartphones* han supuesto un gran paso adelante en la popularización de esta técnica es probable que la diferencia la vayan a ser marcada los dispositivos de head-display o gafas de realidad aumentada. En este último caso todavía parece que quede algo de camino por recorrer hasta poder reducir el coste de venta en el mercado y mejorar la nitidez y resolución de la imagen.

Por otro lado este proyecto me ha servido también para constatar la dificultad de la tarea de planificación de un proyecto de software. Resulta difícil anticipar los distintos problemas y dificultades que pueden surgir a lo largo de sus distintas etapas, por lo que siempre es conveniente estimar algunos días más de los inicialmente calculados para disponer de cierta holgura en caso de que surjan problemas.

Por último, me gustaría destacar, de manera personal, que el desarrollo de este Proyecto Fin de Grado me ha servido para repasar y afianzar mucho de los conceptos y conocimientos impartidos a lo largo de estos últimos cuatro años, y que si bien asumir el reto de realizar un proyecto sobre un tema y un dominio sobre el que no tenía ningún tipo de conocimiento inicial ha entrañado una gran dificultad también ha sido gratificante ver cómo he podido ir superando uno a uno los distintos problemas que han ido surgiendo. De igual forma todo el trabajo de investigación que ha sido necesario realizar ha terminado siendo muy enriquecedor de cara al futuro.

7.2 Líneas Futuras

Aunque el proyecto cumple con todos los objetivos principales y todas las funcionalidades solicitadas, también es cierto que existen márgenes de introducir nuevas funcionalidades o mejoras.

Una de las líneas futuras que se ha de investigar en la aplicación es la introducción de mejoras en cuanto al rendimiento que es un punto crítico en esta aplicación. Ya que requiere procesamiento de imagen y no todos los equipos en los que se podría utilizar disponen de los recursos recomendados. Dentro de esta línea de investigación podría estar el análisis de mejora del rendimiento de un control del refresco de los elementos de la realidad aumentada.

Por otro lado otra línea de investigación que se podría realizar es la mejora o análisis del impacto de la luz para el reconocimiento ya que en ciertas circunstancias de luz es más complicado el reconocimiento y dificulta la utilización de este sistema. Dentro de esta línea de investigación además de analizar el impacto de la luz, podría estudiarse la posibilidad de realizar transformaciones a la imagen antes de realizar el reconocimiento para mejorar la percepción de los bordes.

8 Referencias

[1] La revoluciones industriales. Disponible en Internet:

http://www.ign.es/espmmap/figuras_industria_bach/pdf/Industria_Fig_01_texto.pdf (Accedida en junio de 2012)

[2] McKeachie, W.J: McKeachie's Teaching Tips: Strategies, Research, and Theory for College and University Teachers, 11th ed., Boston, Mass.: Houghton Mifflin, 2002

[3] Biggs, J. B. and Tang, C.: Teaching for quality learning at university. 3rd ed. Maidenhead: Open University Press, 2007

[4] Dubrow, H., & Wilkinson, J. The theory and practice of lectures. In M. Gullette (Ed.), The Art and Craft of Teaching (pp. 25-37). Cambridge, MA: Harvard University Press., 1984

[5] Caldwell, JE.: Clickers in the large classroom: current research and best-practice tips. CBE Life Sci Educ. 6: 9–2, 2007 10.

[6] Telmo Zarraonandia, Rita Francese, Ignazio Passero and Paloma Díaz and Genny Tortora: "Augmented lectures around the corner?", in British Journal of Educational Technology Vol 42 No 4 2011, E76-E78. 2011.

[7] Telmo Zarraonandia, Ignacio Aedo and Paloma Díaz, "Envisioning the Transformative Role of IT in Lectures", Interaction Design & Architecture, special issue on Evaluating Educative Experiences of Flexible and Personal Learning Environments, 2012, to be published

[8] Mundy, D.P and Proctor, J: Getting W.I.L.D in the Classroom, In: Proceedings of 3rd Practice Based and Practitioner Research Conference, November 2008 11.

[9] Augmented Reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum. Migram, p. H. Takemura, 1994

http://etclab.mie.utoronto.ca/publication/1994/Milgram_Takemura_SPIE1994.pdf

[10] Kato, H., & Billinghurst, M. (1999). Marker tracking and HMD calibration for a video-based augmented reality conferencing system, Proceedings International Workshop on Augmented Reality (IWAR'99), 85–94.

[11] Vuzix Wrap 920AR+. Disponible en Internet:

http://www.vuzix.com/consumer/products_wrap920ar.html (Accedida en julio de 2012)

[12] Vuzix STAR 1200. Disponible en Internet:

http://www.vuzix.com/consumer/products_wrap920ar.html (Accedida en julio de 2012)

[13] La evolución del marketing y la publicidad en la realidad aumentada. Disponible en Internet.

<http://www.buibee.com/blog/2010/08/30/la-evolucion-del-marketing-y-la-publicidad-en-la-realidad-aumentada/> (Accedido en julio de 2012)

[14] Proyecto FLARToolKit. Disponible en Internet:

<http://www.libspark.org/wiki/sagoosha/FLARToolKit/en> (Accedida en julio de 2012)

[15] Realidad Aumentada en publicidad. Disponible en Internet:

<http://todosobrepUBLICIDADigital.wordpress.com/2011/11/30/realidad-aumentada-en-publicidad/> (Accedido en julio de 2012)

[16] Zhang, X., Navab, N. and Liou, S. (2000) E-commerce direct marketing using augmented reality. Proc. of IEEE Int. Conf. On Multimedia & Expo.

[17] Raskar, R. Welch, G., & Fuchs, H. (1998). Spatially augmented reality. Proceedings International Workshop on Augmented Reality (IWAR'98), 63–72.

[18] Prototipo de MIT Media Lab. Disponible en Internet

<http://www.media.mit.edu/> (Accedida en Julio de 2012)

[19] Pioneer AR Head Up Display. Prototipo CEATEC 2011. Disponible en Internet:

<http://www.pocket-lint.com/news/42407/pioneer-ar-head-up-display> (Accedida en Julio de 2012)

[20] OpenCV. Librería de Visión Artificial. Disponible en Internet:

<http://opencv.willowgarage.com/wiki/> (Accedida en julio de 2012)

[21] Emgu CV. Wrapper de OpenCV. Disponible en Internet:

http://www.emgu.com/wiki/index.php/Main_Page (Accedida en julio de 2012)

[22] ArUCO. Librería basada en OpenCV. Disponible en Internet:

<http://www.uco.es/investiga/grupos/ava/node/26> (Accedida en julio de 2012)

[23] ARToolKit. Librería de realidad aumentada. Disponible en Internet:

<http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/> (Accedida en julio de 2012)

[24] jARToolKit. Librería basada en ARToolKit. Disponible en Internet:

<http://sourceforge.net/projects/jartoolkit/> (Accedida en julio de 2012)

[25] ARToolKitPlus. Librería basada en ARToolKit. Disponible en Internet:

<http://handheldar.icg.tugraz.at/artoolkitplus.php> (Accedida en julio de 2012)

[26] OSGART. Librería basada en ARToolKit. Disponible en Internet:

<http://www.artoolworks.com/community/osgart/> (Accedida en julio de 2012)

[27] NyARToolKit. Librería basada en ARToolKit. Disponible en Internet:

<http://nyatla.jp/nyartoolkit/wp/> (Accedida en julio de 2012)

[28] ARDesktop. Librería basada en ARToolKit. Disponible en Internet:

http://wiki.livedoor.jp/wah_wah_hawah/d/%c6%b0%b2%e8%ba%c6%c0%b8%a5%c7%a5%e2
(Accedida en julio de 2012)

[29] ATOMIC Authoring Tool. Herramienta basada en ARToolKit. Disponible en Internet:

<http://www.sologicolibre.org/projects/atomic/en/> (Accedida en julio de 2012)

[30] ATOMIC Web Authoring Tool. Herramienta basada en FLARToolKit. Disponible en Internet:

<http://www.sologicolibre.org/projects/atomicweb/es/> (Accedida en julio de 2012)

[31] SLARToolkit. Librería basada en ARToolKit. Disponible en Internet:

<http://slartoolkit.codeplex.com/> (Accedida en julio de 2012)

[32] AndAR. Librería basada en ARToolkit. Disponible en Internet:

<http://code.google.com/p/andar/> (Accedida en julio de 2012)

[33] Studerstube Traker. Librería de realidad aumentada. Disponible en Internet:

<http://handheldar.icg.tugraz.at/stbtracker.php> (Accedida en julio de 2012)

[34] Mixed Reality Toolkit. Librería de realidad aumentada. Disponible en Internet:

<http://www.cs.ucl.ac.uk/staff/r.freeman/> (Accedida en julio de 2012)

[35] ARTag. Librería de realidad aumentada. Disponible en Internet:

<http://www.artag.net/> (Accedida en julio de 2012)

[36] Handy AR. Librería de realidad aumentada. Disponible en Internet:

<http://ilab.cs.ucsb.edu/projects/taehee/HandyAR/index.html> (Accedida en julio de 2012)

[37] AR-Media. Librería comercial de realidad aumentada. Disponible en Internet:

http://www.inglobetechnologies.com/en/new_products/arplugin_su/info.php (Accedida en julio de 2012)

[38] D'Fussion Studio. Librería comercial de realidad aumentada. Disponible en Internet:

<http://www.t-immersion.com/> (Accedida en julio de 2012)

[39] Junaio. Librería comercial de realidad aumentada. Disponible en Internet:

<http://www.junaio.com/home/> (Accedida en julio de 2012)

[40] Wikitude SDK. Librería comercial de realidad aumentada. Disponible en Internet:

<http://www.wikitude.com/> (Accedida en julio de 2012)

[41] Dworetzky, J. P., Audience Response System, Estados Unidos, 3.943.641, 16 de marzo de 1976

[42] Rand B. Nickerson, Real-Time Wireless Audience Response System, Estados Unidos, 5.226.177, 6 de Julio de 1993

[43] Earl, J., Audience Response System, Estados Unidos, 283.379, 6 de diciembre de 2007

[45] Theodore J. Gordon, Harold S. Becker, Estados Unidos, 3.766.541, 16 de octubre de 1973

[46] William W. Simmons, James A. Marquis, Estados Unidos, 3.947.669, 30 de marzo de 1976

[47] Kaleta, Robert, and Joosten, Tanya. "Student Response Systems: A University of Wisconsin System Study of Clickers," *Educause Center for Applied Research Research Bulletin*. Vol. 2007, Issue 10, May 8, 2007, pp. 4–6. Disponible en Internet:

<http://net.educause.edu/ir/library/pdf/EDU06283.pdf> (Accedida en julio de 2012)

[48] Beatty, Ian. "Transforming Student Learning with Classroom Communication Systems," *Educause Center for Applied Research Research Bulletin*. Volume 2004, Issue 3 (February 3, 2004), p. 5. Disponible en Internet:

<http://net.educause.edu/ir/library/pdf/ERB0403.pdf> (Accedida en julio de 2012)

[49] A. Litchfield, R. Raban, L. E. Dyson, E. Leigh and J. Tyler, "Using students' devices and a no-to-low cost online tool to support interactive experiential mLearning," in Proc. Ninth IEEE Conference on Advanced Learning Technologies, IEEE Xplore, Riga, Latvia, pp. 674-78, 2009.

[50] InfoJobsTrends. Disponible en Internet:

http://salarios.infojobs.net/resultados.cfm?suelo=analista%2C+jefe+de+proyecto%2C+programador%2C+responsable+de+calidad&o_id=3 (Accedida en julio de 2012)

Manual de Usuario de Aplicación



Introducción

Este es el manual de usuario de GlassTick. Este documento pretende guiarle en el sistema intentado minimizar todas aquellas posibles dificultades que puede encontrarse en la instalación, configuración o puesta en marcha en el sistema intentando, de este modo, que pueda disfrutar de una completa experiencia de funcionamiento en poco tiempo y sin grandes dificultades.

Requisitos del Sistema

El sistema funcionará sin problemas con las siguientes características mínimas:

- Sistemas operativos admitidos:
 - Microsoft Windows 7 (Starter, Home basic, Home Premium, Professional, Enterprise, Ultimate, Home Premium N, Professional N y Ultimate N)
 - Microsoft Windows 7 SP1 (Starter, Home basic, Home Premium, Professional, Enterprise, Ultimate, Home Premium N, Professional N y Ultimate N)
 - Microsoft Windows Server 2008 R2
 - Microsoft Windows Server 2008 R2 SP1
 - Microsoft Windows Vista SP1 (Starter, Home basic, Home premium, Business, Enterprise, Ultimate, Home basic N, Business N)
 - Microsoft Windows Server 2008
 - Microsoft Windows XP SP3 (Home, Professional, Home N, Professional N)
 - Microsoft Windows Server 2003 SP2
- Procesador:
 - Arquitecturas de 32 y 64 bits.
 - Juego de Instrucciones: IA-32 y x86-64
 - Frecuencia de reloj: 1 GHz
- Memoria RAM:
 - Al menos 1 GB para sistemas operativos Windows XP SP3 (Todas las versiones) y Windows Server 2003 SP2
 - Al menos 2 GB para sistemas operativos Windows Vista SP1 (Todas las versiones), Windows Server 2008 R2, Windows Server 2008 R2 SP1, Windows 7 (Todas las versiones) y Windows 7 SP1 (Todas las versiones)
- Dispositivo gráfico:
 - Dispositivo de gráfico compatible con DirectX 9
 - Memoria gráfica de al menos 256 Mb compartida o dedicada.
- Dispositivos
 - Teclado
 - Ratón u otro dispositivo señalador.

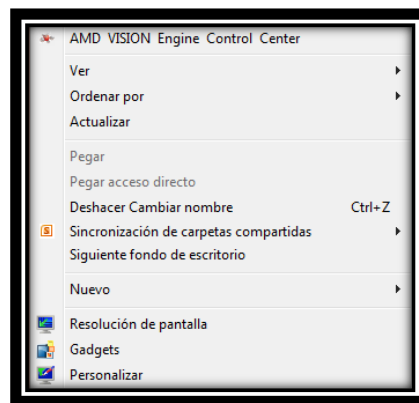


Configuración para las gafas de realidad aumentada

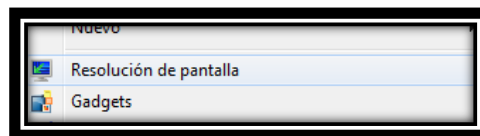
Para poder visualizar correctamente el estado de los usuarios mediante las gafas realidad aumentada deberá de configurar la salida de los puertos de vídeo. De tal modo que las gafas estén enchufadas en el puerto secundario de la tarjeta gráfica y la pantalla secundaria se encuentre a la derecha de la pantalla principal en la configuración de resolución de pantalla.

Para configurar correctamente la salida de vídeo en Windows Vista o superior deberá de:

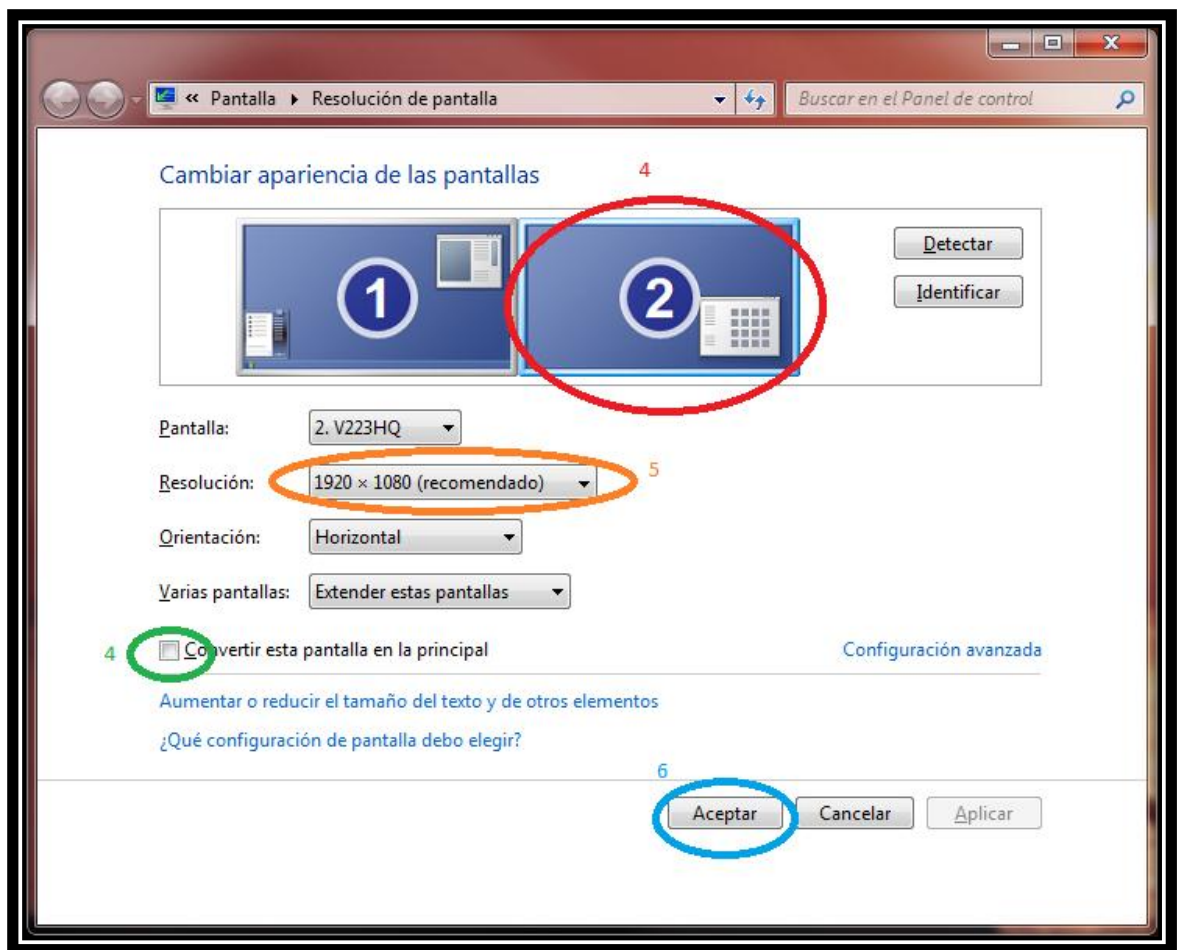
1. Pulsar sobre botón derecho del ratón en el escritorio del equipo



2. Pulsar sobre la opción “Resolución de Pantalla”

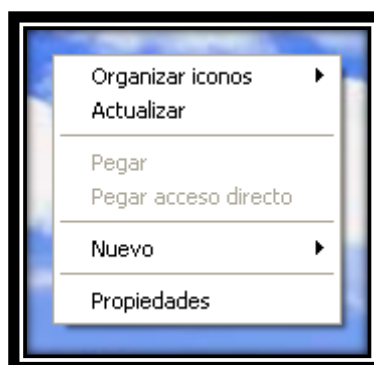


3. Pulsar detectar si no aparecen dos dispositivos de vídeo (si sigue sin aparecer vaya a la sección de errores del manual)
4. Seleccionar la pantalla de la salida de vídeo de las gafas, verificar que se encuentra en la derecha de la pantalla principal (si no está arrastrarla a esta posición) y verificar que no es la pantalla principal
5. Configurar la resolución de vídeo a
6. Pulsar sobre el botón aceptar.



Para configurar correctamente la salida de vídeo en Windows XP o Windows 2003:

1. Pulsar sobre el botón derecho del ratón en el escritorio del equipo

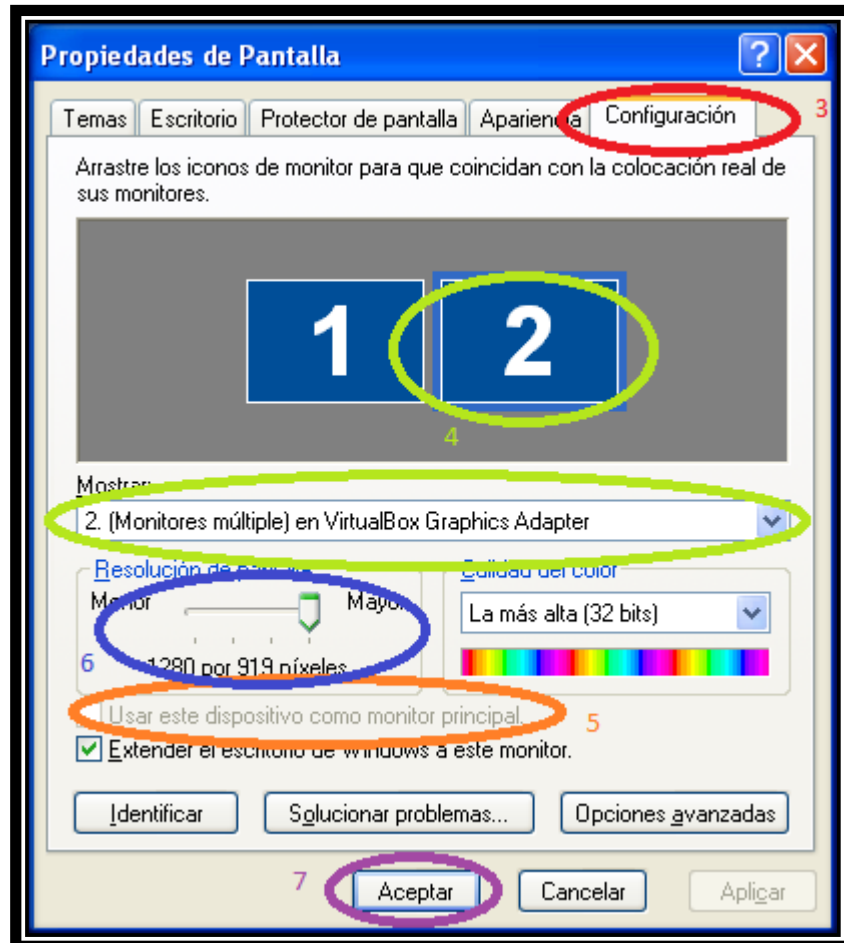


2. Pulsar sobre la opción "Propiedades"





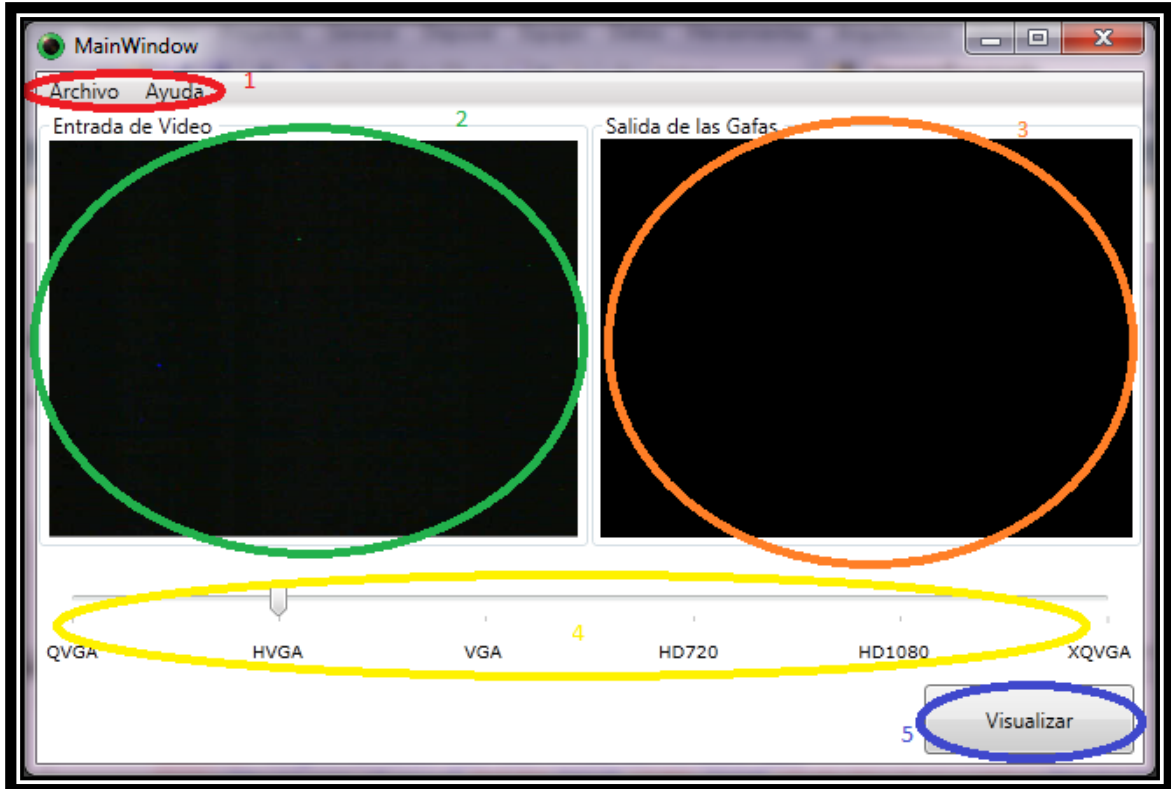
3. Pulsar sobre el botón “Configuración”
4. Seleccionar la salida de vídeo de las gafas mediante el desplegable
5. Indicar que es el dispositivo secundario
6. Cambiar la resolución de vídeo a
7. Pulsar sobre el botón aceptar.





Ejecutando la aplicación

Nada más abrir la aplicación nos aparece la siguiente pantalla.



Como se ve en la ilustración la venta principal está dividida en 5 partes.

1. Menú de Opciones de la aplicación
 - a. Permite el acceso a las principales opciones de la aplicación
2. Entrada de vídeo
 - a. Permite visualizar el campo de visión de la webcam o cámara situada en las gafas de realidad aumentada
3. Salida de vídeo
 - a. Permite visualizar la realidad aumentada creada con los estados de los alumnos
4. Barra de opciones para la calidad de vídeo
 - a. Permite cambiar la resolución de vídeo de entrada para mejorar el rendimiento de la aplicación en equipos con pocos recursos
5. Botón para la inicialización de la visualización en las gafas
 - a. Permite iniciar la visualización de la realidad aumentada en las gafas de realidad aumentada



Registrar un nuevo alumno

Para registrar un nuevo alumno lo primero que hay que hacer es visualizar el alumno con las gafas de realidad aumentada. Cuando esté dentro del campo de visión y aparezca en el cuadro izquierdo de la aplicación hay que seguir los siguientes pasos.

1. Pulsar sobre el recuadro que aparece alrededor de la cara.



2. Si la imagen no ha salido movida, rellene la información del alumno y pulse aceptar. Si la imagen no ha salido correctamente pulse cancelar y repita el paso 1.



Gestionar el reconocimiento de los alumnos

Si ha rellenado incorrectamente la información de un alumno o registrado una imagen movida puede solucionarlo con el gestor de alumnos registrados. Para ello se han de seguir los siguientes pasos:

1. Pulsar sobre la pestaña "Archivo"
2. Pulsar sobre la opción gestionar
3. Seleccionar el registro que desea modificar o borrar.

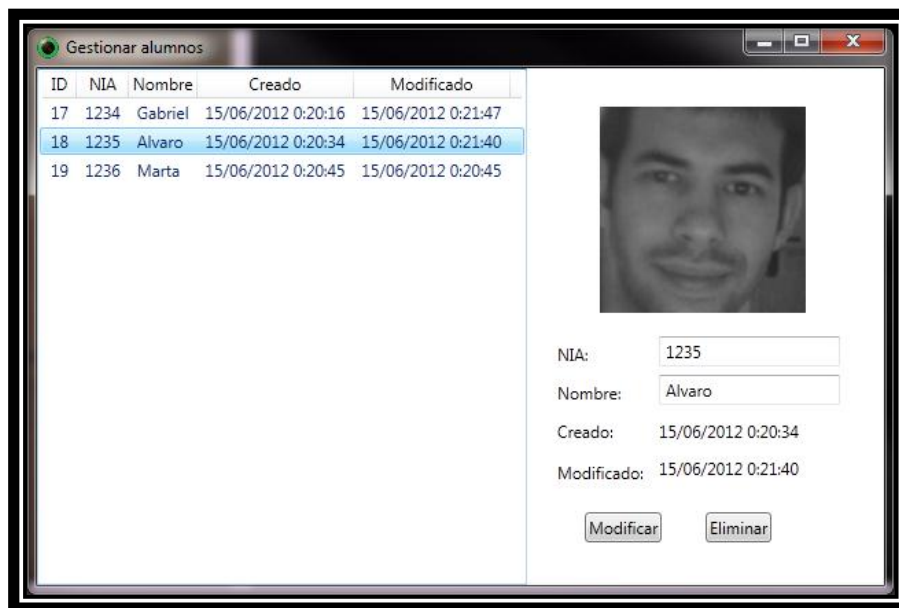


Si desea modificar los datos del registro

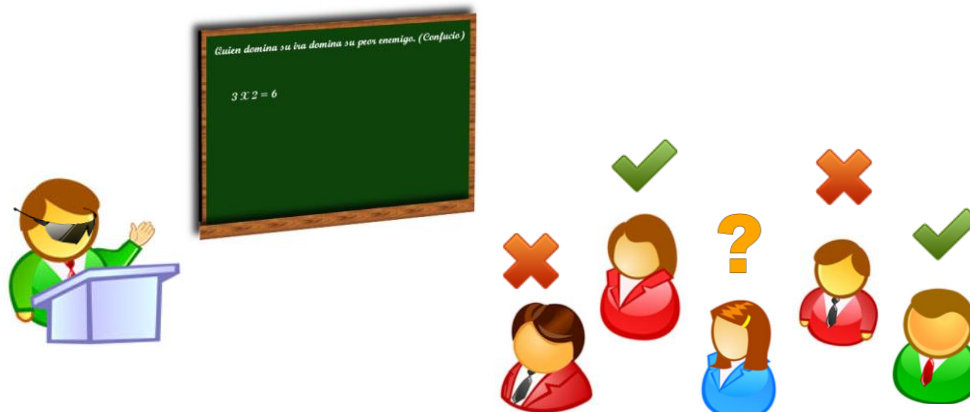
4. Modifique los campos y pulse sobre el botón modificar

Si desea eliminar el registro porque la imagen no ha sido tomada correctamente

4. Pulse sobre el botón eliminar



Listo para el funcionamiento



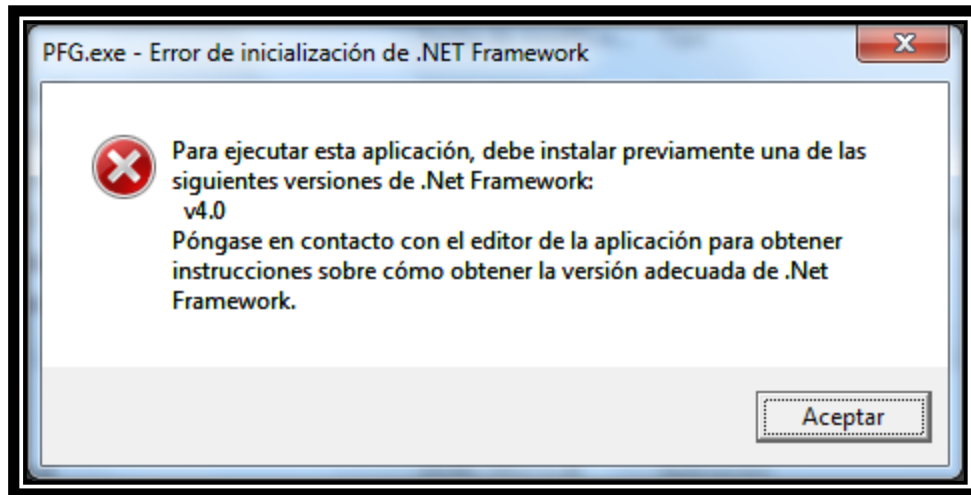
Una vez que ha configurado su equipo para la utilización de las gafas de realidad aumentada y registrado a los alumnos que se encuentran en su campo de visión ya puede empezar a utilizar la aplicación sin problemas. Pulse sobre el botón Visualizar y ya podrá empezar a ver el estado de los alumnos.



Errores comunes

Cuando intento ejecutar la aplicación me salta un mensaje de error

Este error es debido a que en su sistema no tiene instalado el paquete de Microsoft .Net Framework correspondiente a la versión de desarrollo del sistema. Para el funcionamiento del sistema es necesario que en el sistema se encuentre instalada una distribución del paquete .Net Framework versión 4.



Para solucionar este problema diríjase a la página de Microsoft que se muestra a continuación e instale cualquiera de los dos paquetes que cumplan las condiciones:

Si utiliza: Windows XP SP3, Windows Server 2003, Windows Vista SP1, Windows Server 2008, Windows Sever 2008 R2, Windows Sever 2008 R2 SP1, Windows 7 ó Windows 7 SP1:

Microsoft .Net Framework 4:

<http://www.microsoft.com/es-es/download/details.aspx?id=17851>

Si utiliza: Windows Vista SP1, Windows Server 2008, Windows Sever 2008 R2, Windows Sever 2008 R2 SP1, Windows 7 ó Windows 7 SP1:

Microsoft .Net Framework 4.5:

<http://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=28978>



El sistema no me permite instalar el paquete .Net Framework 4

Este problema es debido a varias posibles circunstancias:

No dispone de privilegios de administrador en el sistema

Este problema se produce cuando se está utilizando una cuenta limitada sin privilegios de administrador. El mensaje en pantalla que visualizaríamos cuando nos ocurre este problema es el siguiente.

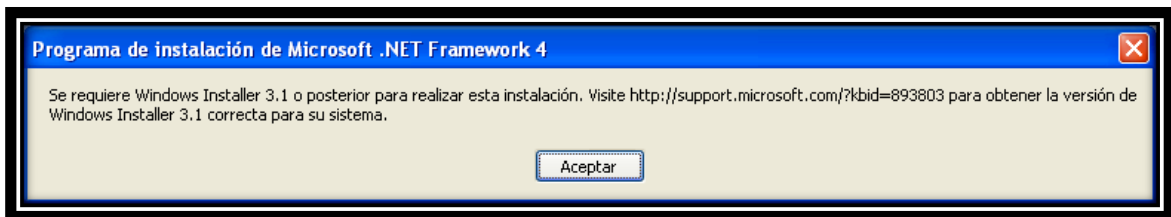


Para solucionar el problema y poder instalar el paquete .Net Framework 4 debe de ponerse en contacto con el administrador del sistema para que instale dicho complemento de Windows o elevar la ejecución del instalador con privilegios de administrador.



No se puede instalar debido a que no se encuentra en el sistema Windows Installer 3.1

Este error es debido a que usted está intentado instalar .Net Framework en un equipo con sistemas operativos: Windows XP, Windows XP SP1, Windows XP SP2 y Windows Server 2003 y que no cuenta con Windows Installer 3.1. El mensaje en pantalla que visualizará cuando ocurre este problema es el siguiente:



Para solucionar este problema debe de instalar una dependencia llamada Windows Installer 3.1 o lo más recomendable actualizar el sistema operativo con el último Service Pack disponible. *(Puede encontrar el enlace de descargar la última versión de Service Pack para su sistema operativo en la sección “Actualizaciones recomendadas de Windows” al final de este manual).*

Instalación de Windows Installer 3.1 desde la página de Microsoft:

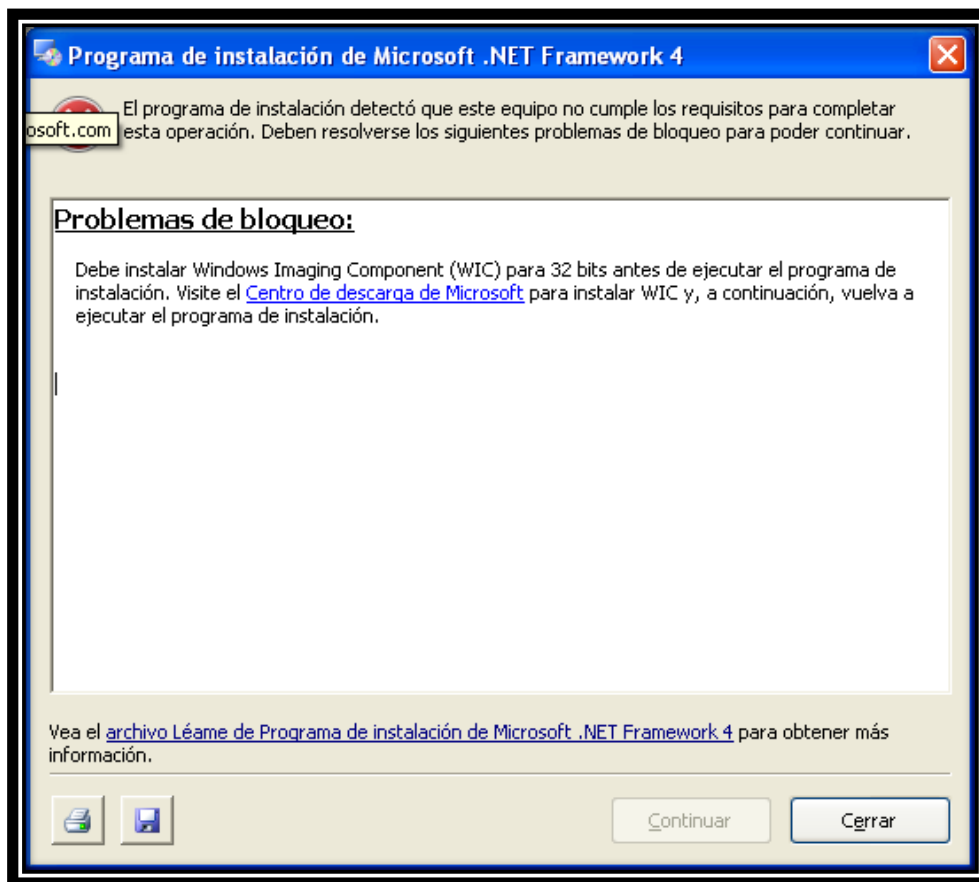
Dirección web para descargar la última versión de Windows Installer 3.1. Versión 2

<http://www.microsoft.com/es-es/download/details.aspx?id=25>



No se puede instalar debido a que no se encuentra en el sistema Windows Imaging Component (WIC)

Este error es debido a que usted está intentado instalar .Net Framework en un equipo con sistemas operativos: Windows XP, Windows XP SP1, Windows XP SP2 y Windows Server 2003 y que no cuenta con Windows Imaging Component instalado. El mensaje en pantalla que visualizará cuando ocurre este problema es el siguiente:



Para solucionar este problema debe de instalar una dependencia llamada Windows Imaging Component o actualizar el sistema operativo con el último Service Pack disponible. *(Puede encontrar el enlace de descargar la última versión de Service Pack para su sistema operativo en la sección “Actualizaciones recomendadas de Windows” al final de este manual).*

Instalación de Windows Imaging Component desde la página de Microsoft:

Dirección web para descargar la última versión de Windows Imaging Component

<http://www.microsoft.com/es-es/download/details.aspx?id=32>



El sistema no me permite instalar el paquete .Net Framework 4.5

No dispone de privilegios de administrador en el sistema

Este problema se produce cuando se está utilizando una cuenta limitada sin privilegios de administrador. El mensaje en pantalla que visualizaríamos cuando nos ocurre este problema es el siguiente.

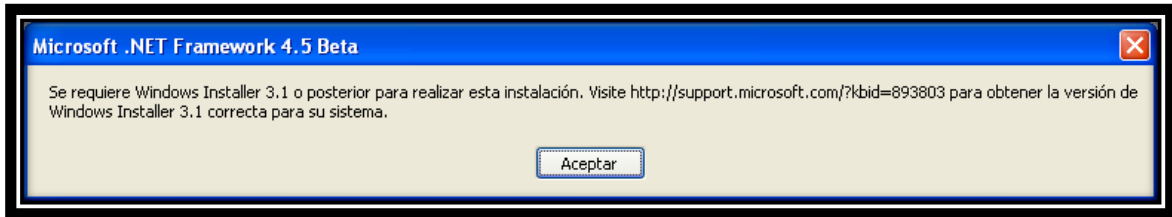


Para solucionar el problema y poder instalar el paquete .Net Framework 4.5 debe de ponerse en contacto con el administrador del sistema para que instale dicho complemento de Windows o elevar la ejecución del instalador con privilegios de administrador.



No se puede instalar debido a que no se encuentra en el sistema Windows Installer 3.1

Este error es debido a que usted está intentado instalar .Net Framework en un equipo con sistemas operativos: Windows XP, Windows XP SP1, Windows XP SP2 y Windows Server 2003. El mensaje en pantalla que visualizará cuando ocurre este problema es el siguiente:



Para solucionar este problema debe de instalar una dependencia llamada Windows Installer 3.1 o lo más recomendable actualizar el sistema operativo con el último Service Pack disponible (*Puede encontrar el enlace de descargar la última versión de Service Pack para su sistema operativo en la sección “Actualizaciones recomendadas de Windows” al final de este manual*).

Instalación de Windows Installer 3.1 de la página de Microsoft:

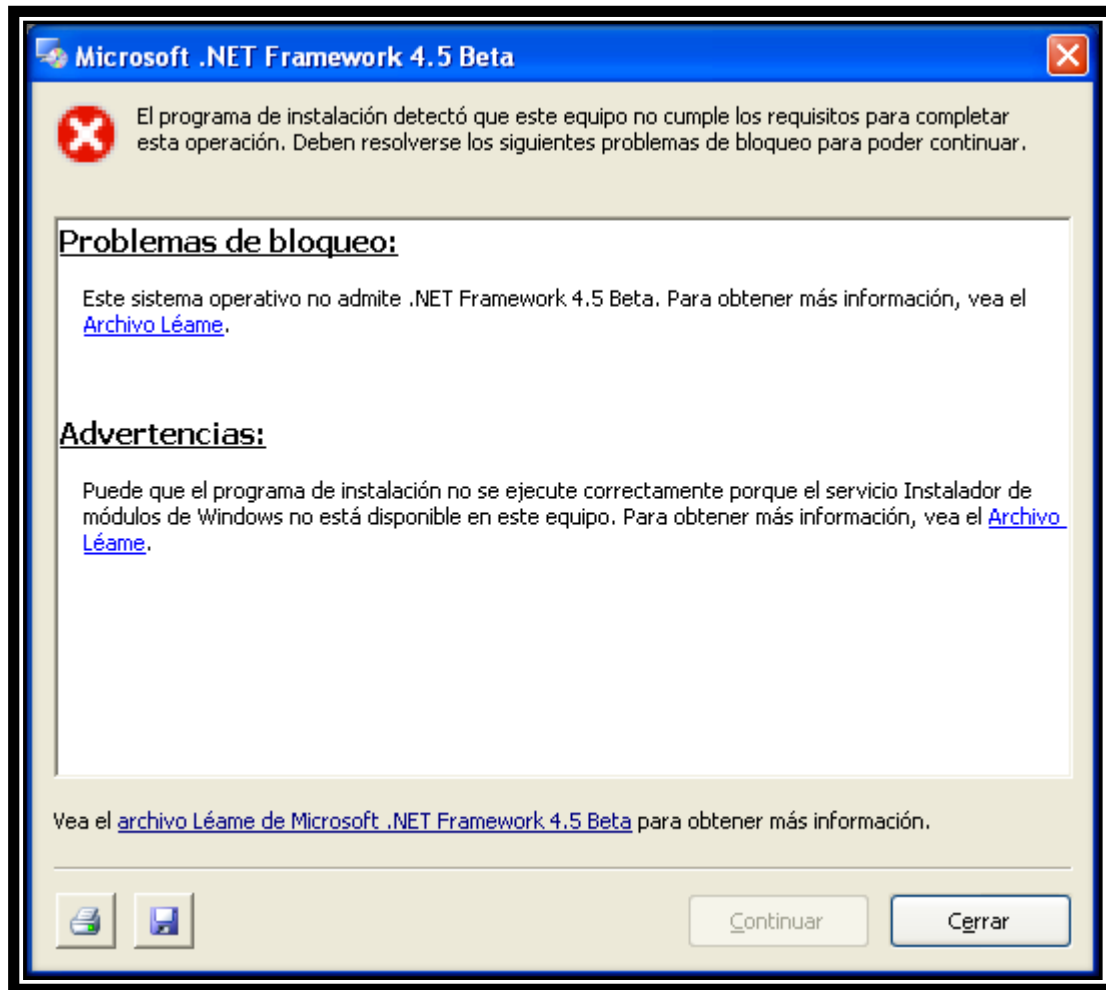
Dirección web para descargar la última versión de Windows Installer 3.1. Versión 2

<http://www.microsoft.com/es-es/download/details.aspx?id=25>



El sistema operativo actual no es compatible con .Net Framework 4.5

Este problema es debido a que el sistema operativo que es utilizado es incompatible con el paquete que se está intentando instalar, Microsoft .Net Framework 4.5, esto es debido a que Microsoft no ha publicado en la actualidad una versión de .Net Framework 4.5 compatible con los sistemas operativos Windows XP (Cualquier actualización de Service Pack) y Windows Server 2003 (Cualquier Service Pack).



Como solución a este problema está en la descarga de Microsoft .Net Framework 4.0 que sí es compatible con los sistemas operativos antes enumerados.

La dirección de descarga de Microsoft .Net Framework 4.0 es:

Microsoft.Net Framework 4:

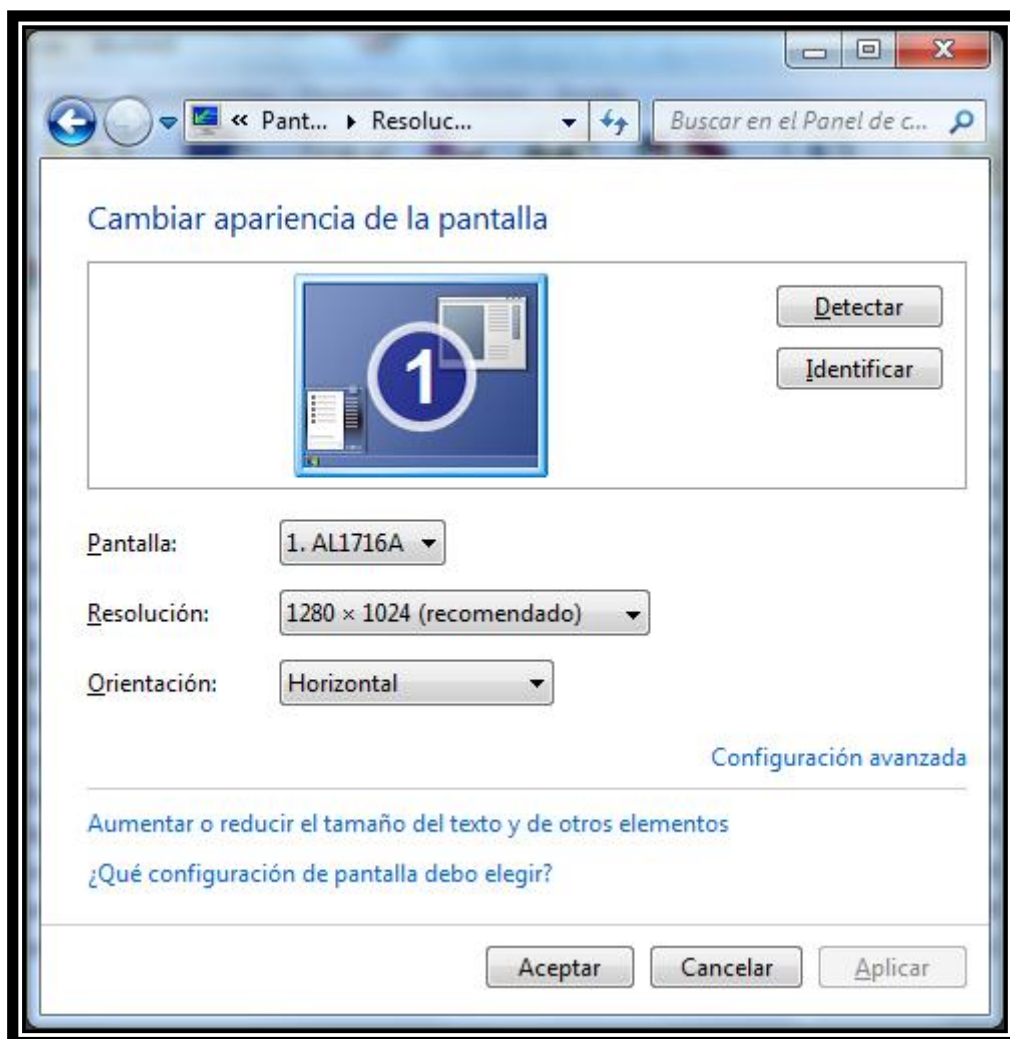
<http://www.microsoft.com/es-es/download/details.aspx?id=17851>



No es posible la configuración de las gafas como pantalla secundaria.

Este problema es debido a que el sistema no detecta que las gafas se encuentran conectadas:

- Compruebe el estado de los componentes y cables se encuentren en buen estado.
- Compruebe que las gafas se encuentren conectadas al puerto de vídeo
- Compruebe que se encuentran alimentadas de corriente eléctrica.
- Compruebe que se encuentren encendidas.
- Compruebe la compatibilidad de las gafas con la tarjeta de vídeo.
- Pulse en el botón detectar.



Si todavía después de haber realizado estos pasos las gafas continúan sin ser detectadas, reinicie el sistema para que sean detectadas durante su arranque.



No puedo ver el estado de ningún alumno

Este problema puede ser debido a diversas causas verifique los siguientes casos.

- Compruebe que hay al menos algún alumno registrado en el sistema
 - Si no hay ningún usuario registrado vaya a la sección Registrar un nuevo alumno
- Compruebe que los alumnos que se encuentran dentro del campo de visión están registrados
 - Si los alumnos que se encuentran en el campo de visión no están registrados regístrelos siguiendo los pasos de la sección Registrar un nuevo alumno
- Compruebe que no se encuentra demasiado lejos de los alumnos.
 - Si el sistema no detecta las caras y se encuentra lejos acérquese a los alumnos
- Compruebe que las luces de la habitación no destellan o son demasiado brillantes
 - Si el sistema no detecta las caras apague o encienda las luces o mueva las persiana
- Compruebe que haya conexión a Internet
 - Si el sistema no dispone de conexión a Internet no se podrá obtener el estado de los alumnos. Conecte el sistema a otra red con acceso a Internet.



Actualizaciones recomendadas de Windows

Services Pack disponibles hasta la fecha publicados por Microsoft.



Puede conseguir la actualización Windows XP SP3 para su descarga en el siguiente enlace:

<http://www.microsoft.com/es-es/download/details.aspx?id=24>



Puede conseguir la actualización Windows Server 2003 SP2 en el siguiente enlace:

<http://www.microsoft.com/es-es/download/details.aspx?id=41>



Puede conseguir la actualización Windows Vista SP2 para su descarga en el siguiente enlace:

<http://www.microsoft.com/es-es/download/details.aspx?id=16468>



Puede conseguir la actualización Windows Server 2008 SP2 en el siguiente enlace:

<http://www.microsoft.com/es-es/download/details.aspx?id=16468>



Puede conseguir la actualización Windows 7 SP1 para su descarga en el siguiente enlace:

<http://www.microsoft.com/es-es/download/details.aspx?id=5842>



Puede conseguir la actualización Windows Server 2008 R2 SP1 en el siguiente enlace:

<http://www.microsoft.com/es-es/download/details.aspx?id=5842>